

소각로 재료부식 및 방지기술

삼성데이타시스템

박 양 석

소각로 및 연관시설의 재료부식

■ 재료손실의 형태별 구분

(1) 기계적 손실 (Mechanical Failures)

- ▷ 고온에 의한 재료의 변형 (단시간 노출)
- ▷ Creep (고온/장시간 노출)
- ▷ 피로균열 (Fatigue)
- ▷ 용접부위 균열(Weld failures)
- ▷ Tube ties, lugs
- ▷ 열팽창계수 차이에 의한 재료의 변형
- ▷ 침식 (Erosion)

(2) 화학적 손실 (Chemical/Electrochemical Failures)

- ▷ 부식 (Corrosion)
- ▷ Slagging

재료손실의 유형별 원인분석

(1) Stress Rupture

- 단기간의 과열에 노출
- 장기간 고온 노출에 의한 Creep
- 상이금속의 결합사용

(2) Water-Side Corrosion

- Hydrogen Damage
- Caustic Corrosion
- Pitting (Localized Corrosion)
- 응력부식 (Stress Corrosion Cracking)

(3) Fire-Side Corrosion

- 저온
- 스팀파이프 균열 및 부식
- 화재에 의한 부식

(4) 침식 (Erosion)

- 비산재 (Fly Ash)
- 슬래그 (Falling Slag)
- Sootblower
- 불완전 연소된 연료입자

(5) 피로균열 (Fatigue)

- 진동
- 고온
- 부식

(6) 불완전한 품질관리

- 청소 및 정비중 발생하는 Damage
- 불량재료 사용 (Material Defects)
- 용접불량 (Weld Defects)
- 부적합 재료/화학제품 사용

고온부식의 유형

(1) Oxidation

(2) Carburization/Metal Dusting/Decarburization

(3) Nitridation

(4) Halogen Corrosion

(5) Sulfidation

(6) Ash/Salt Deposit Corrosion

(7) Molten Salt Corrosion

(8) Molten Metal Corrosion

(9) Dewpoint Corrosion

고온부식 (High Temperature Corrosion)

- 높은온도에서, 금속 및 요업재료는 여러 종류의 부식성 환경에 노출된다.
- 부식은 고체-기체간 또는 고체-기체-액체(용융상태)간의 반응을 통해 진행된다.
- 부식속도는 부식물 (Corrosion species)과 금속 양이온 (Cations)의 이동속도에 의해 결정된다.
- 부식방지 또는 부식속도를 허용치 이하로 유지하기 위해,
 - 부식반응의 구조를 이해하고,
 - 재료선택, 설계, 조업조건 선정등에 유의해야 한다.

■ 고온부식의 문제점이 발생하는 산업분야

1. 항공기 및 산업용 가스터빈
2. 열처리
3. 금속제련, 주조 및 열간가공설비
4. 화학제품생산설비
5. 정유 및 석유화학생산설비
6. 요업 및 유리제조설비
7. 펄프 및 제지생산설비
8. 폐기물 소각로
9. 화력발전소
10. 석탄기화설비
11. 원자력발전소

재료부식에 영향을 미치는 요소

- 금속온도 (Metal Temperature)
- 금속가공/제조 이력 (Stress)
- 금속의 물리적/화학적 특성
- 재료의 미세구조 (Microstructure)
- 재료의 규격 (두께)
- 장입연료의 구성성분
- 장입연료 수분함유량
- 보일러용수의 성분 및 유속
- 연소로내 연소가스조성
- 연소가스온도
- 금속물 외부에 축적된 회재의 성분 및 두께
- 대기온도 및 습도
- 연돌배출 가스온도
- 용접금속(Base 및 Weld)의 성분
- 용접 후처리과정
- 용접부 보호처리
- 내화물의 성분

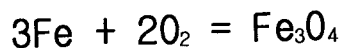
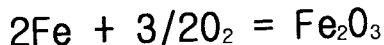
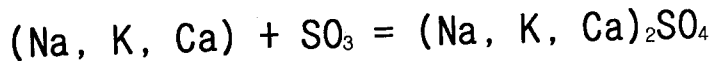
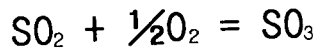
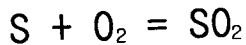
- ☞ (1) 조업조건
- (2) 재료선택 및 가공조건
- (3) 시설물의 설계/배치

회재에 의한 부식 (Ash Deposit Corrosion)

■ 소각로 연료중의 불순물

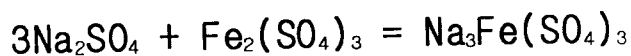
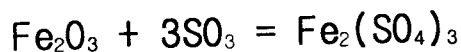
S, Cl, Na, K, Ca, V, Mg, Sn, Pb, Zn, Hg, Cu

■ 회재의 생성

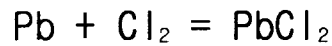
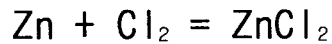
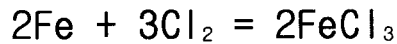
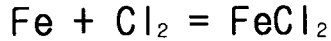
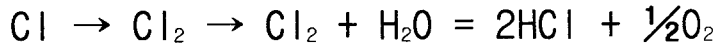


■ 용융염 형성

알칼리금속 황산화물 과 금속표면에 형성된 산화피막
의 반응에 의해 에나멜상태 (용융염상태)로 금속피막
제거



■ 폐기물중의 염소성분



■ 화합물 용융온도

화합물명	용융온도 (°C)	화합물명	용융온도 (°C)
Na ₂ SO ₄	884	K ₂ SO ₄	1071
NaCl	800	KCl	774
FeCl ₂	677	FeCl ₃	304
NiCl ₂	1030	CoCl ₂	740
CrCl ₂	820	CrCl ₃	1150
CuCl	430	MgCl ₂	714
CaCl ₂	772	ZnCl ₂	318
PbCl ₂	498	AlCl ₃	193
Na ₃ Fe(SO ₄) ₃	623	K ₃ Fe(SO ₄) ₃	618

화합물명	온도 (°C)
Na ₂ SO ₄ - K ₂ SO ₄	845
NaCl - Na ₂ SO ₄	620
KCl - K ₂ SO ₄	690
KCl - NaCl	650
NaCl - FeCl ₃	156
NaCl - FeCl ₂	370
KCl - FeCl ₂	355
Na ₃ Fe(SO ₄) ₃ - K ₃ Fe(SO ₄) ₃	570
NaCl - KCl - Na ₂ SO ₄ - K ₂ SO ₄	518
PbCl ₂ - FeCl ₃	175
PbCl ₂ - FeCl ₂	421
PbCl ₂ - NaCl	410
PbCl ₂ - KCl	411
ZnCl ₂ - KCl	230
ZnCl ₂ - NaCl	262

소각로 부식문제의 복잡성

- 연료의 다양성
 - ▶ 종류, 형태, 성분, 열량, 수분함량
- 연소로내 분위기
 - ▶ 가스조성, 고상-액상-기체상의 공존
 - ▶ 2가지 이상의 금속화합물 존재
(Oxide, Sulfide, Chloride, Sulfate)
- 연소로내 회재/비산재 거동의 복잡성
- 연소로내 회재/비산재 조성의 복잡성
- 연소로 온도조절의 어려움
 - ▶ 50 - 150°C 차이
 - ▶ 폐기물 미분류로 인한 열량계산 부정확
- 내화물 선택
- 국내 소각로 조업 데이터의 부족
- 국내 소각로 관련 재료분석 데이터의 부족

응축 산성액에 의한 부식 (Dewpoint Corrosion)

■ Dewpoint Corrosion (Back-end Corrosion)

연돌부분에서 배기가스의 온도가 응축온도 (이슬점 온도) 이하로 배출될 경우 가스내의 SO₃, HCl 등이 수분과 함께 구조물 표면에 응축하여 산성액막 형성

주요 영향요소 →

- 노출시간
- 금속재료의 조성
- 부식반응 생성물의 성상
- 회재의 성상
- 온도변환 사이클
- 청소작업절차
- HCl의 농도

초기 (50~70년대초) 대응방식은 배기가스의 온도를 응축온도보다 20 ~ 30°C 정도 높게 배출

연료비 상승에 따라 연료효율을 높이기 위해 배출 가스온도를 50°C 미만으로 유지

부식방지대책

■ 설계

■ 운전조건

- Mass Balance
- 운전절차 (Cold start, Shut Down)
- 운전시간
- 조업온도
- 보조연료

■ 재료선택

- 금속재료
- 내화물
- 화학약품

■ 운영전략

- 목표-열효율, 완전연소, 처리용량, 장입원료성상
- 조업방식-연속, 비연속, 전처리, 후처리공정

