

# 반건식세정기에 의한 유해가스 (SO<sub>x</sub>, HCl) 제거기술

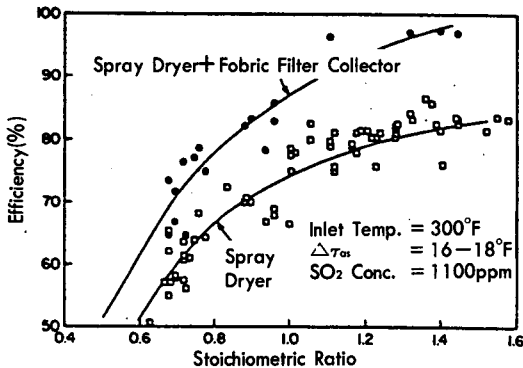


전 금 하/보우환경(주)이사  
대기관리기술사

### (3) 중화제의 투입량

처리대상가스의 종류에 따라 당량비를 다르게 적용시키는데, 황산가스(SO<sub>2</sub>) 제거효율 85%일 때 당량비(STOICHIOMETRIC RATION) 1.1~1.5를 적용시키고, 염화수소(HCl)가스제거효율 90%일 때 3~4를 적용시킨다. 그러나 후처리장치로 중화제 및 처리가스가 유입되는 동안 계속 반응을 하여 제거효율은 상당히 높아진다.

여과집진기의 경우 85%를 목표치로 하여 1.5 당량비 적용시 약 90%의 제거효율을 나타낸다. 다음은 후처리설비로 여과집진기 사용시 SO<sub>2</sub>제거효율을 나타낸 것이다.



Pilot plant data illustrating the improvement in SO<sub>2</sub> removal efficiency

### 3-2 각종 인자에 대한 유해가스 제거율

#### (1) 분무실내의 가스체류시간

유해가스제거에 주요한 인자로서 분무실내 가스 체류시간은 중화반응제와 유해가스의 접촉제거에 관련되는 것으로 체류시간이 짧으면 반응시간이 짧아 소기의 제거율이 나타나지 않고 수분의 증발이

이루어지지 않아 분무실 호퍼부에 중화슬러리액이 낙하되므로 기기의 심각한 부식이 생긴다.

한편 체류시간이 길면 충분한 가스제거 및 수분 증발을 이룰 수 있으나 경제적인 설비가 될 수 없다. 따라서 주제거대상 가스에 따라 체류시간을 달리 해야한다.

염화수소가스를 주제거대상으로 할 때는 20kg/cm<sup>2</sup>의 고압 분무시에는 2~3초를 주며, 고압공기 분무(5~7kg/cm<sup>2</sup>)시는 3~4초를 둔다. 또한 SO<sub>2</sub> 가스를 주제거 대상으로 할 때 고압공기분무(5~7kg/cm<sup>2</sup>)시에는 7~8초를, 회전식 분무기 이용시는 8~10초를 두어 충분한 반응시간을 주어야 한다.

#### (2) 수분 증발을

처리가스의 보유열량에 의해 스텔리용액을 완전 증발을 시켜야 반건식 세정기라 할 수 있다. 이는 후처리설비인 분진제거설비에 유입되는 가스온도 제어에 의해 냉각수량을 결정지어야 한다. 즉 일정한 유해가스제거치인 스텔리용액을 분무시킨후 후처리설비 온도설정치까지 가스냉각용 물을 분무시켜야 한다. 통상 후처리설비가 전기집진기인 경우 처리가스를 250~300℃, 여과집진기의 경우 170~180℃ 정도로 냉각시켜야 한다.

유해가스제거 스텔리용액을 20~25% 중화제 희석액으로 가스를 냉각시키고, 보조가스 냉각용으로 냉각수 분무노즐을 별도로 설치해야 한다. 그러나, 중화제 투입량과 온도조절용 분무수를 동시에 가변적으로 제어하는 방식도 있으나, 여러가지 제약성이 있다. 가스냉각용 분무수 용량은 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$G \cdot t_1 \cdot C_{p1} = G \cdot t_2 \cdot C_{p2} + (595 + C_{pw} \cdot t_2) \eta \cdot W + (1 - \eta) W (t_{w1} - t_{w2})$$

$G$ =처리가스량( $\text{Nm}^3/\text{min}$ )

$t_1$ =처리전 가스온도( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_2$ =처리후 가스온도( $^{\circ}\text{C}$ )

$C_{p1}$ = $t_1$ 시 가스 정압비열( $\text{kcal}/\text{Nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$ )

$C_{p2}$ = $t_2$ 시 가스 정압비열( $\text{kcal}/\text{Nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$ )

$C_{pw}$ = $t_2$ 시 수증기의 정압비열( $\text{kcal}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ )

$\eta$ =증발효율

$W$ =분무수량( $\text{kg}/\text{min}$ )

$t_{w1}$ =급수온도( $^{\circ}\text{C}$ )

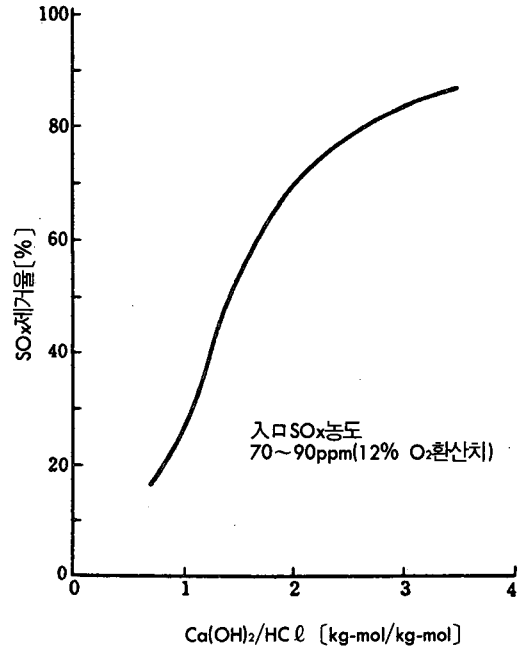
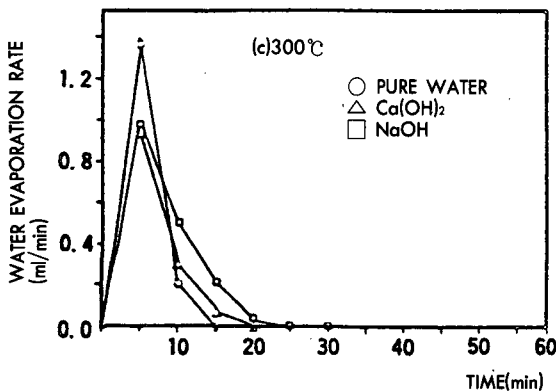
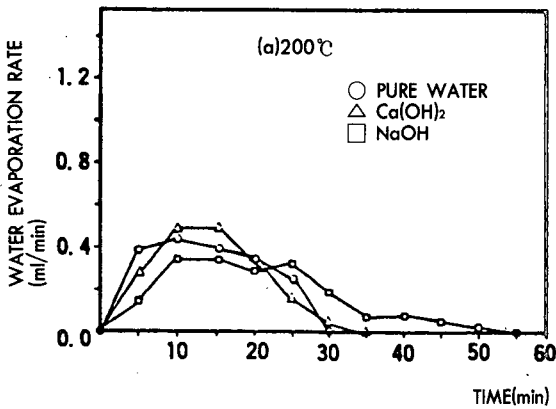
$t_{w2}$ =배출 잉여수 온도( $^{\circ}\text{C}$ )

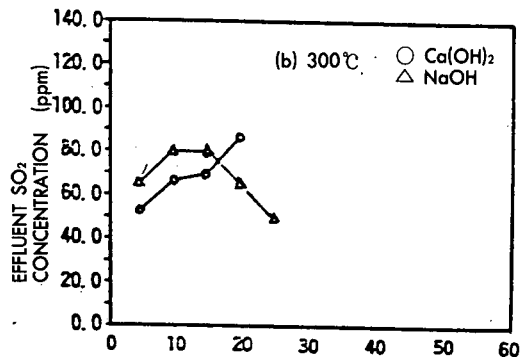
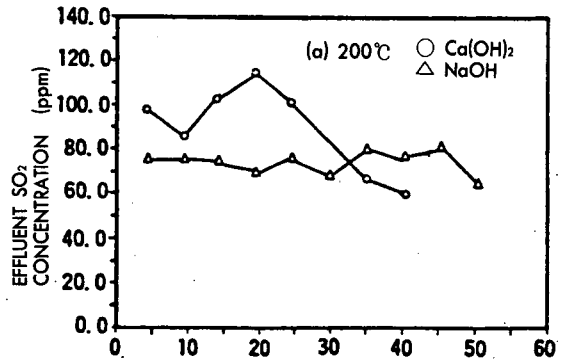
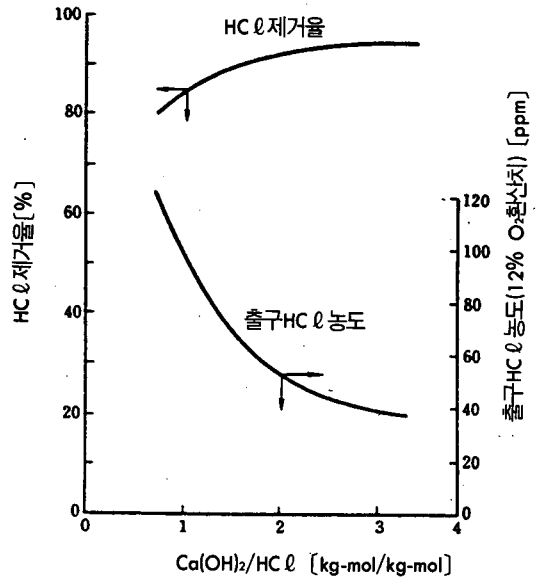
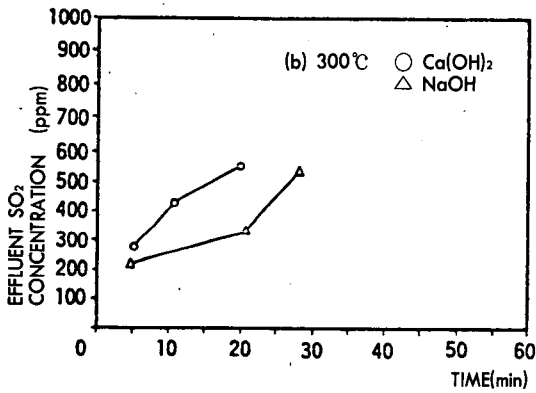
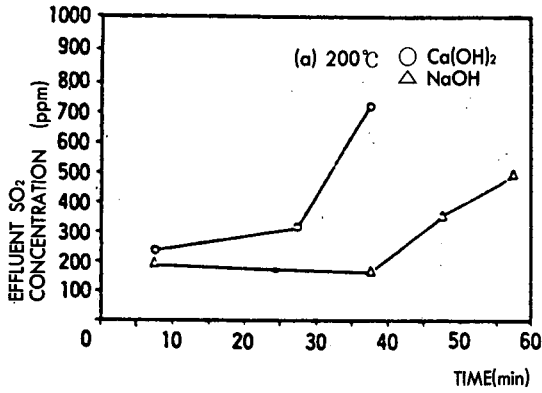
특히 분무수의 분무량제어는 반드시 PID 제어를 시켜 분무실 하부로 배출잉여수가 배출되지 않도록 하여야 한다.

### (3) $\text{SO}_2$ 가스제거율

$\text{SO}_2$ 가스제거는 온도, 당량비, 분무수량 등에 따라 효율이 달라진다. 일반적으로  $\text{SO}_2$  가스는 처리 가스온도가 높음에 따라 제거효율이 떨어진다. 따라서 가능한 연소가스를 분무실에 유입전 냉각후 처리시켜야 된다. 이는  $\text{SO}_2$ 가스는 온도가 높아짐에 따라 물에 대한 용해도가 감소하기 때문이다. 높은 온도에서 가스를 처리하고자 할때는  $\text{NaOH}$ 수용액이 바람직하나 후처리설비가 여과집진기인 경우는  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 가 나은 효율을 나타낸다. 즉,  $\text{SO}_2$ 가스의 경우 중화제에 의해 접촉 반응 제거되는 것보다 중화제수용액중 물에 흡수되는 양이 많기 때문이다.

다음은 중화제 당량비에 따른  $\text{SO}_2$ 가스 제거효율을 나타낸 도표이다.





#### (4) 염화수소가스 제거율

염화수소가스 제거에 있어서 처리가스온도의 영향은 그다지 크지는 않지만 250°C 이상일 경우 제거효율이 저감된다. 대체적으로 염화수소가스는 중화제 투입당량비, 체류시간 등 반응에 필요한 요소에 의해 제거효율이 결정된다. Ca(OH)<sub>2</sub> 슬러리액을 사용시, 후처리설비를 여과집진기로 사용할 때 여과포 속까지 계속적인 흡착반응이 지속돼 상당히 높은 제거효율을 얻을 수 있다. 그러나 300°C 이상의 고온에서는 흡착된 HCl 가스가 탈착되므로 체류시간 및 온도조절이 필요하다.

한편, 중화제로 NaOH를 사용할 때는 온도에 상관없이 일정한 제거효율을 나타내므로 온도변화가 심한 경우에 사용한다.

다음의 도표는 염화수소 가스 제거율에 대한 중화제 당량비를 나타낸 것이다.

### 3-3 운전시 주의사항

#### (1) 일반사항

반건식 세정기의 성능은 처리대상 유해가스의 성상변화에 따라 크게 변화하므로 일정기간 배출 및 방지시설을 시운전하여 운전표준설정치를 산정해 두어야 양호한 운전관리를 기할 수 있다. 일반적으로 산업용 보일러의 경우 비교적 일정한 배출가스가 발생하므로 크게 변하지는 않으나, 폐기물 소각로의 경우 수시로 배출가스의 성상 변화가 생기므로 최대 배출가스 농도를 기준으로 하여 설정치를 잡는것이 효율적이라 하겠다.

이때 입구, 몸통, 출구 등에서의 가스유속, 각 지점에서의 유해가스 농도변화 등은 주점검사항이다.

유지관리면에서 본다면 시동시, 운전시, 정지시에 다음의 주의사항이 있다.

#### 1) 시동시

- i) 각 분무노즐, 압력계 등 계기, 배관 등 점검
- ii) 시동시 폭발성 가스의 존재 여부
- iii) 송풍기, 분무 펌프, 분무기 등 회전부의 상태를 파악
- iv) 세정기 본체의 용접부위 점검

#### 2) 운전시

i) 처리가스의 온도, 압력, 스퍼리 유동상태, 압축공기와 스퍼리액의 압력제어상황, 반응 생성물의 형태, 후처리 설비의 분진제거상황 등 세심한 주의를 요함.

ii) 마모, 마찰, 화학적 반응에 의한 본체 부식, 배관의 주입 상황

iii) 처리후 유해가스의 배출농도(필요시 오염물질 모니터링 설비 부착)

#### 3) 정지시

i) 분무각도의 조정 및 분무실 벽면 조사(스퍼리액의 직접 부착여부 확인)

ii) 배관의 막힘 현상 및 각종 계기류의 소손 여부 및 교정

- iii) 각종 회전기기의 접지 및 회전부 마모 여부
- iv) 배출 반응생성물 중 미반응물질의 구성비율
- v) 분무실 각부의 분진 침착 여부

#### (2) 반건식 세정기의 운전시 주의사항

반건식 세정기는 정기적인 점검과 더 나은 운전조건을 찾는데 노력을 기울여야 하며 각 설비의 유지관리에 힘써야 한다.

#### 1) 분무기

노즐의 막힘, 정지시의 스퍼리의 배관옹고 등은 열악한 분무조건을 만들어 매우 심각한 설비고장을 유발시킨다.

회전식 분무기는 약 2,000시간 정도 정상운전 후에는 반드시 회전분무휠(ATOMIZER WHEEL)을 점검해야 하며 고속회전에 의한 분무상태를 수시로 파악하여야 한다. 이는 분무휠, 회전축 및 회전 분무기 본체의 역학적 균형을 이루어야하기 때문이다. 또한 회전식 분무기에서 유의점은 회전식 분무기의 순환계통이다. 압력식 2유체 노즐의 경우, 스퍼리 분무압력과 분무용 압축공기압력의 상호조정을 하여야 하며 분무탑부분의 스퍼리액의 침적, 미분무시의 분진유입에 유의하여야 한다. 따라서, 스퍼리액 미분무시에는 별도의 통기라인을 두어 노즐 막힘을 미연에 방지 하여야 한다. 또한 스퍼리 배관라인에는 퍼지(PURGE)용 압축공기라인도 고려해야 한다.

#### 2) 분무실 본체

분무실 본체는 주로 강판이나 스테인레스로 제작되는데 유해가스와 분무액이 반응전에 분무실 본체에 닿으면 심각한 화학적 부식이 일어나므로 수시로 분무실 자립강도를 점검하여야 할 필요성이 있다. (끝)

# 환경마크제도안내

## 1. 운영현황 총괄표

1992. 9. 1 현재

구 분	신 청		처 리 결 과						심 사 중	
			반 송		승 인		계 약			
	업체수	상품수	업체수	상품수	업체수	상품수	업체수	상품수	업체수	상품수
재생종이를 포함한 종이 및 그 제품류	6	11	-	-	2	2	2	4	2	5
재생종이를 포함한 화장지류	7	12	-	-	1	1	4	4	2	7
폐플라스틱 재생제품류	4	6	2	2	-	-	1	3	1	1
염화불화탄소(CFCs)를 사용하지 않는 스프레이류	11	49	1	2	1	1	7	44	2	2
합 계	28	78	3	4	4	4	14	55	7	15

## 2. 대상상품별 환경마크 사용신청 및 부여현황('92. 7. 31~'92. 9. 1)

### A. 종이 제품류

접수일자	상품용도	상 품 명	업 체 명	전화번호	비 고
92. 7. 21	포 장	담배포장지	성림제지(주)	(0335)33-7771	승인(92. 8. 19)
92. 7. 24	신 문	신 문 지	전주제지(주)	399-4177	계약(92. 8. 24)
92. 7. 24	고급출판사	그린백상지	전주제지(주)	399-4177	계약(92. 8. 24)
"	일반출판지	그린출판용지	"	"	"
92. 8. 27	인쇄, 벽지	백 상 지	대원제지공업(주)	732-3501	심 사 중
"	포 장	크라프트지	"	"	"
"	신 문	신 문 지	"	"	"
92. 7. 28	신문수거용	뉴스패키지	중화물산	(062)524-9344	승인(92. 8. 19)
92. 8. 29	종이테이프	종이테이프	얼싸코리아	578-2800	심 사 중
"	종이스티카	종이스티카	"	"	"

## 환경마크제도안내

### B. 화장지류

접수일자	상품용도	상 품 명	업 체 명	전화번호	비 고
92. 8. 6	화장실용	라 라	(주)대한펄프	278-4545	계약(92. 8. 27)
92. 8. 27	"	대왕슈퍼	대왕제지(주)	(0343)2-333	심 사 중
"	"	귀 번	"	"	"
"	"	록 키	"	"	"
"	"	뷰 티	"	"	"
"	"	루 비	"	"	"
"	"	마 마	"	"	"
92. 8. 6	"	챔프골드	동신제지	421-5811	승인(92. 9. 1)
92. 8. 29	"	리 빙	삼정펄프(주)		심 사 중

### C. 페프라스틱 제품류

접수일자	상품용도	상 품 명	업 체 명	전화번호	비 고
92. 8. 31	분뇨처리	정 화 조	유성기업	(062)951-6861	심 사 중

### D. 스프레이 제품류

접수일자	상품용도	상 품 명	업 체 명	전화번호	비 고
90. 7. 2	모발정제	산도깨비	대왕실업(주)	392-1651	계약(92. 8. 6)
92. 7. 28	"	나드리세리엔스 헤어 스프레이	(주)가양	744-7733	계약(92. 8. 26)
"	"	나드리헤어 스프레이	"	"	"
92. 8. 17	"	백옥생헤어 스프레이	(주)정산실업	(0339)73-1021	심 사 중
92. 8. 19	"	그레이드	한국존슨(주)	(032)866-5977	"