

Technology Introduction

RTO, Concentrator etc.

enbion Inc.

1. (주)엔바이온 소개

❖ 기업이념: "새로운 환경문화를 창조하는 기업 함께 공유하는 뉴패러다임의 기업 "

➤ 경영전략

➤ VISION

기반사업 강화 및 전략사업 추진

- 원천기술 확보 및 기술 혁신 능력 강화
- 기술차별성과 시장 경쟁력 확보
- 기업 브랜드 가치 제고
- 인재 양성 및 인재 중심의 경영

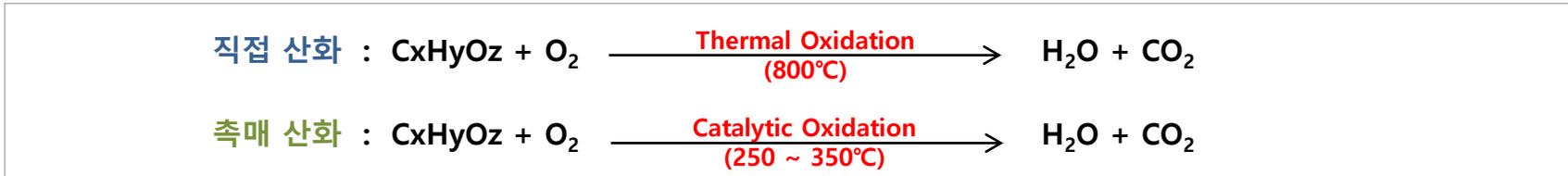


❖ 국외 보유 특허 현황

번호	특허/프로그램명	국가명	등록일	등록번호	비고
1	축열식 연소 설비	미국	20100727	7,762,808	등록
2	에너지축열회수형 유해물질 처리설비	중국	20101006	ZL200680009033.6	등록
3	에너지축열회수형 유해물질 처리설비	일본	20110107	4660587	등록
4	에너지축열회수형 유해물질 처리설비	캐나다	20110531	2,602,032	등록
5	에너지축열회수형 유해물질 처리설비	미국	20120904	8,257,470 B2	등록
6	재생탈취필터를 구비한 공기정화기 및 공기정화기의 재생탈취필터 재생 방법	미국	20130205	8366803	등록
7	축열식 연소 설비	독일	20140806	1 682 250	등록
8	축열식 연소 설비	독일	20140806	1 682 250	등록

2. 연소 시스템 (Oxidation)

2.1 연소시스템 비교



구분	TO (Thermal Oxidizer)	CO (Catalytic Oxidizer)	RTO (Regenerative Thermal Oxidizer)	RCO (Regenerative Catalytic Oxidizer)	Concentrator
System Flow					
운전 온도	800 °C	250~350 °C	800 °C	250~350 °C	40 °C 이하
열회수방법	열교환기 (간접열교환)		축열재(직접열교환)	축열재+촉매	제올라이트(열교환)
열회수 효율	40~70%	40~70%	95% 이상	95% 이상	-
적용범위(THC)	3,000 ppm 이상	2,000 ~ 4,000 ppm	500~2,000 ppm	1,000 ppm이하	100 ~ 600 ppm
장 점	높은 처리율, 단순	저온처리 / 에너지절감	높은 열회수율	저온처리/높은 열회수율	에너지 절감, 고성능
주 의 점	연료비	촉매 비활성화 문제	축열재 사용에 따른 하중	촉매 비활성화 문제	인입 조건이 중요

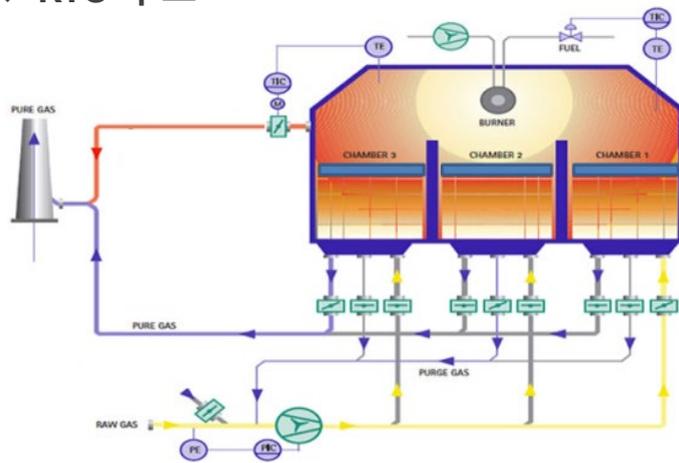
2. 연소 시스템 (Oxidation)

2.2 RTO(축열연소시스템)

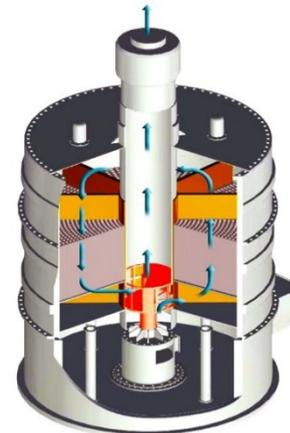
Key point : 1) 높은 처리효율 (98% 이상) : 800°C, 1초 이상의 체류시간
 2) 높은 에너지 회수율 (95% 이상) : 축열재를 사용한 직접 열교환 방식

- VOCs 및 악취를 고온에서 연소처리 하고, 발생된 열량을 축열재를 사용하여 회수하는 고효율 & 에너지 절약형 설비
- VOCs 처리효율 약 98% 이상
- 연소효율이 일정하게 유지되며 축열재에 의한 열회수율은 95% 이상
- 유입농도가 고농도일 경우 초기 승온 시를 제외하고 무연료 운전 가능 (ex) THC 1,000ppm ↑ / Toluene 350ppm ↑)

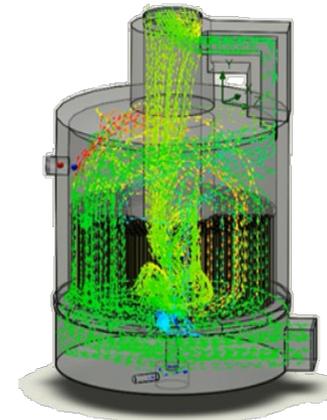
❖ RTO 구조



RTO – Bed type
(Regenerative Thermal Oxidizer)



RTO – One can type
(Regenerative Thermal Oxidizer)

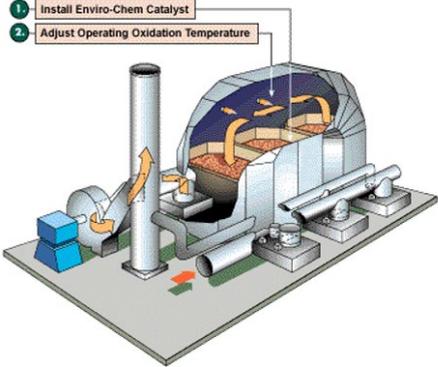
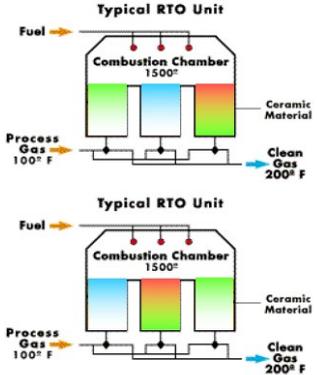


Gas flow simulation

2. 연소 시스템 (Oxidation)

2.3 Bed type RTO

Key point : 1) Valve 사용에 따른 높은 기밀을 보장 -> 우수한 처리효율 (99% 이상)
 2) 설비 capa.별 multi bed 구성 -> 설비적인 공간효율은 올라가나, 제어/관리 point 증가.

구 분	내 용
<p>시스템 개요</p>	<p>(1) 축열 / 회수 / 청소(purge) zone으로 구분 운영 (2) 밸브 사용에 따른 높은 기밀을 유지 -> 우수한 처리효율 확보 가능 (3) Bed 하단에 전처리 필터용 축열재 적용 가능(독립적인 관리 가능)</p>
<p>운영 컨셉</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  <p style="text-align: center; background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; margin-top: 10px;">BED TYPE RTO</p> </div> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;">  <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><L사, 후이저우 / SAN공정 외 배가스처리></p> </div> </div>

2. 연소 시스템 (Oxidation)

2.4 enbion One Can type RTO(축열연소시스템) 특징

▪ 국제 특허 : China ZL.200380110580, Germany 603.46.598.6, US 7.762.808.B2, Japan 4149482 외

ROTOR 및 시스템 특징

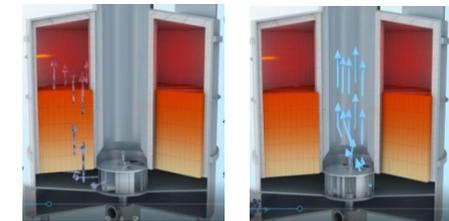
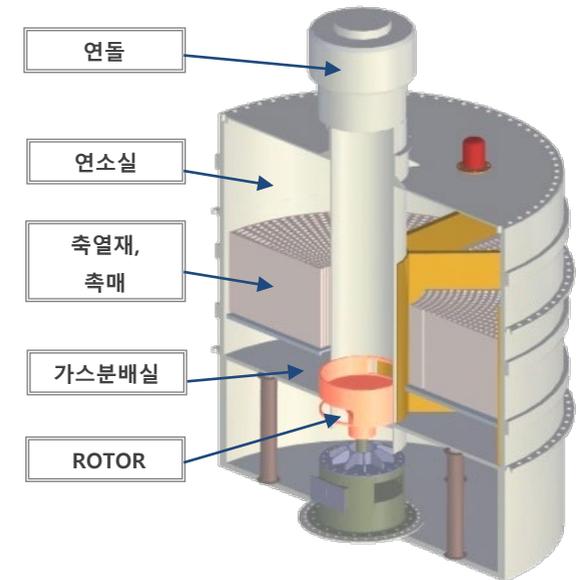
- Stack 일체형의 Compact한 구성
- 유입부와 배출부를 수직적 분리하여 rotor 소형화
- rotor 크기가 작아 대용량 가스처리 가능
- 높은 처리 효율 (98% 이상)
- 균일한 흐름분포로 인한 높은 열회수율(95%이상)
- 연소실내 난류형성, 체류시간 증대로 처리효율 향상
- 연소용공기 및 퍼지공기의 최적화로 연료비절감

Leak에 대한 대응

- Rotor size 감소(sealing 면적감소)로 sealing우수
- 300°C이상 내열Seal 사용으로 고온에 적용 가능
- Mechanical seal + air sealing으로 leakage를 최소화하여 처리효율을 극대화

유지보수

- 점검구를 통한 축열재, Rotor 점검이 용이함.
- 유지보수시 rotary valve를 분해 할 필요가 없음



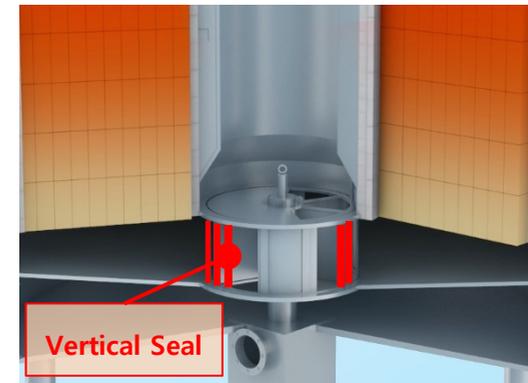
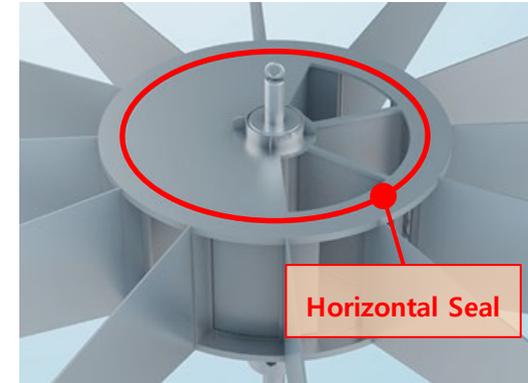
2. 연소 시스템 (Oxidation)

2.5 (주)엔바이온 RTO의 주요 특징

■ Rotor Sealing 기술

- 기존 One Can Type RTO는 구동부(Rotor)에서 발생하는 Leak로 인해 처리효율이 저하될 수 있음
- Mechanical Seal + Air Sealing 적용 및 Rotor 상·하부, 측면 보강을 통해 Leak를 최소화하여 처리효율을 극대화

구분	재질	적용효과	비고
Vertical Seal	Metal	Section 간의 Gas 이동 차단	
Horizontal Seal	고분자 or Metal	Inlet Gas의 Stack으로 이동 차단	Air Sealing 적용



■ Poppet Valve Sealing 기술

목적	처리효율	특장점	비고
고부하와 고효율 site 적용기술	99% 이상	<ul style="list-style-type: none"> • Poppet Valve 적용과 enbion Sealing 기술로 처리효율 극대화 	3 beds 이상 가능

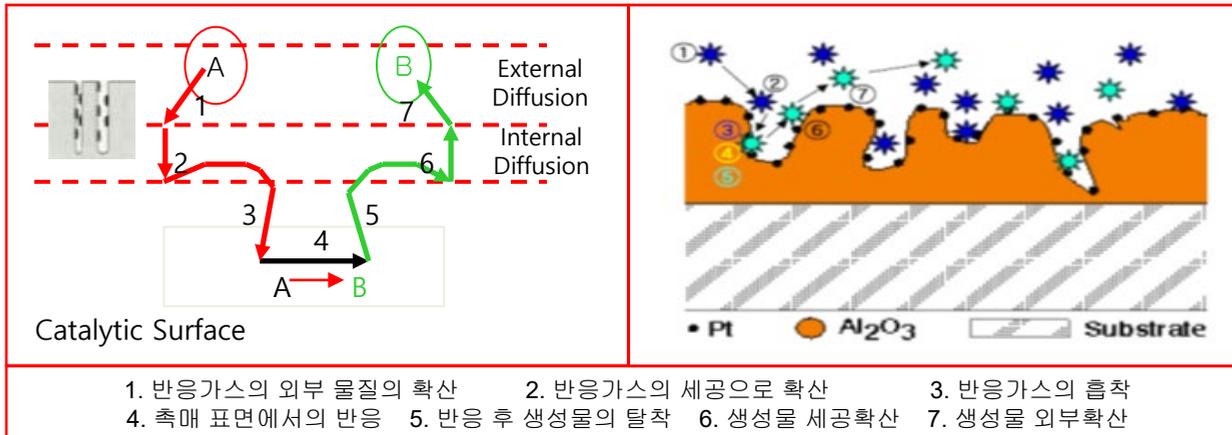
3. 촉매시스템 (Catalyst)

3.1 촉매 개요

Key point : 1) 연소에너지 절감을 통한 경제적인 운전
 2) 유입가스 검토인자 : 피독성상, 경제적인 운영 열량 검토

- 활성화에너지를 감소시켜 약 350 °C의 낮은 온도에서 악취 및 VOCs를 처리가능
- 낮은 반응온도로 인하여 NOx등의 발생이 적음
- 설비 안정성 및 내구성이 높음
- Honeycomb Type : 낮은 압력손실과 높은 처리율 실현

■ 촉매이용 VOCs 분해 Mechanism



3. 촉매시스템 (Catalyst)

3.2 촉매 기능

▣ 촉매 연소와 직접 연소의 산화온도

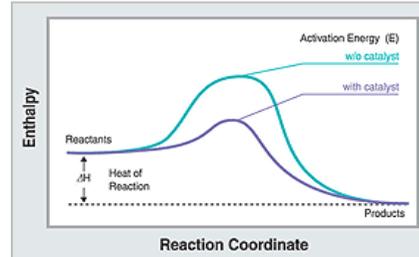
- 촉매 사용으로 낮은 온도에서 산화반응이 가능
- 다양한 복합물질이 포함된 경우, 부반응 생성물을 억제하기 위해 350°C 이상을 유지

▣ 촉매연소설비 피독 물질과 대책

- 촉매 활성을 유지하기 위해서 활성을 저하 시키는 물질을 전처리로서 제거하여야 함
- 일시 피독 : 촉매의 재생이 가능
- 영구 피독 : 활성을 영구적으로 상실

<물질별 촉매 산화 온도>

물 질	산화온도 (°C)	촉매산화 온도(°C)	촉매안전 산화온도(°C)
Styrene			280(실험치)
Toluene	552	160	240
Acetone	650	130	250
Methanol	464	120	150
Xylene	343	150	250
Phenol	700	180	330
Buthanol	343	150	250
M.E.K.	516	145	300
MIBK	-	170	320
Acetic Acid	427	217	300
Ammonia	651	210	240



<활성화 에너지 변화 - 저온 산화>

Table 1 - Properties and SO₂ yield of selected volatile methyl silanes

Compound	Symbol	Acronym	Chemical formula	Molecular weight (g/mol)	SO ₂ yield (wt-%)	O ₂ required* (wt-%)
Dimethylsilane	DMS	MSDS	C ₂ H ₆ Si	98.2	0.866	6
Methyltrimethylsilane	L2		C ₃ H ₈ Si	162.4	0.790	12
Octamethylcyclotrisiloxane	L3		C ₈ H ₁₈ O ₃ Si ₃	286.5	0.762	15
Decamethylcyclotrisiloxane	L4		C ₁₀ H ₂₂ O ₃ Si ₃	350.7	0.725	20
Dodecamethylcyclotrisiloxane	L5		C ₁₂ H ₂₆ O ₃ Si ₃	414.9	0.701	24
Hexamethylcyclotrisiloxane	D3		C ₆ H ₁₄ O ₃ Si ₃	222.5	0.819	12
Octamethylcyclotrisiloxane	D4		C ₈ H ₁₈ O ₃ Si ₃	286.6	0.819	16
Decamethylcyclotrisiloxane	D5		C ₁₀ H ₂₂ O ₃ Si ₃	350.8	0.820	20
Dodecamethylcyclotrisiloxane	D6		C ₁₂ H ₂₆ O ₃ Si ₃	414.9	0.819	24
Methane (the average)	-	CH ₄		16.0	100	2

* O₂ requirement for complete combustion to CO₂ and H₂O.

<촉매 피독 물질 - 유기 silane>

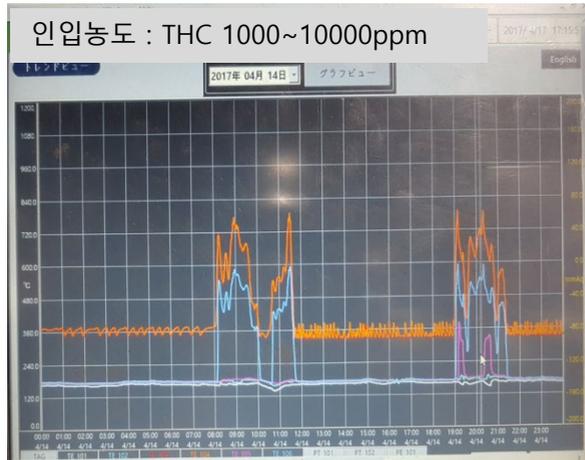
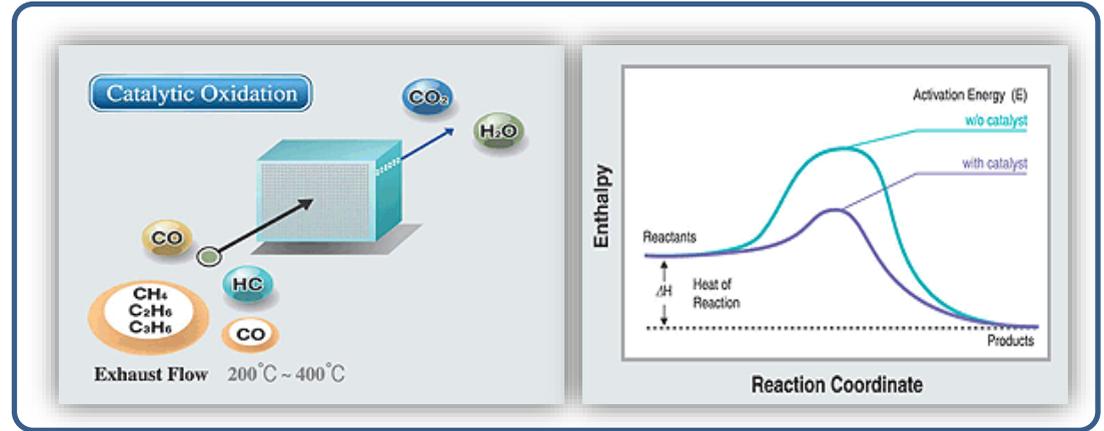
<촉매독 및 재생방법>

촉매독	피독성	재생법
녹, Dust	일시피독	Air blow, 수세
Tar, Oil mist	일시피독	500°C로 연소
유기실리콘	일시피독	화학세정
유기 인 화합물	영구피독	1~2회 화학세정
유기 금속 화합물	영구피독	촉매교환
할로겐 및 할로겐화합물	희박 : 일시피독 / 농후 : 영구피독	탈착, 촉매교환
유황 화합물	영구피독	촉매교환

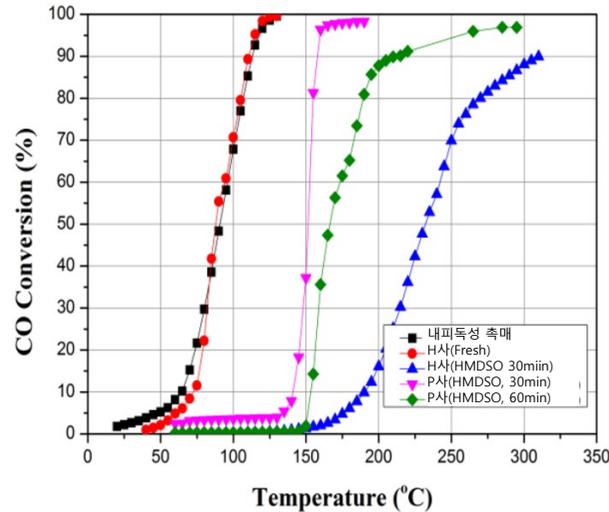
3. 촉매시스템 (Catalyst)

3.3 enbion 촉매의 특징

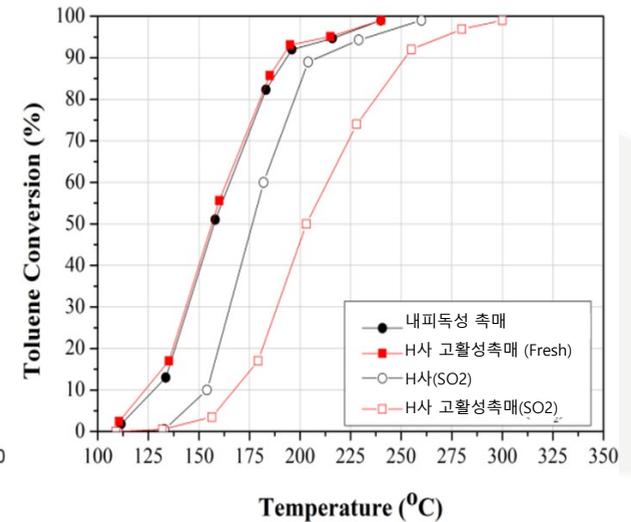
- 귀금속을 함유한 Honeycomb형 촉매로 낮은 압력손실과 98%이상 높은 처리율 실현
- 황성분과 유기실리콘물질에 대한 내구성
- 저온촉매 : 200도 이하의 조건에서 높은 효율
- 내황촉매 : 100ppm 이상 인입조건에서 황화물에 대한 높은 내구성
- 고내열촉매 : 300°C 낮은 온도에서 높은 처리율
- 800°C 이상에서 높은 처리율 유지



<고온 내구산화 촉매>



<Silane 내피독 향상 촉매>



<Sulfur 내피독 향상 촉매>

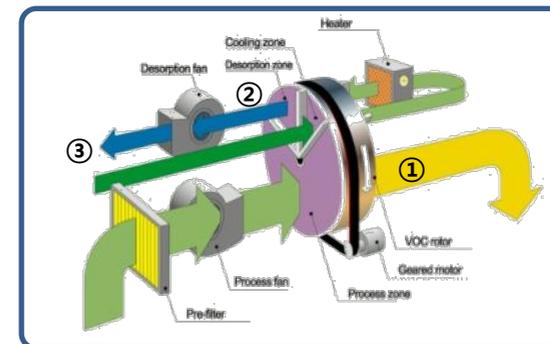
4. 농축 시스템 (Concentrator)

4.1 Concentrator System

Key point : 1) 농축배율 결정 : 경제적인 후처리(RTO, CO등) 설비 운영
 2) 유입가스 검토탐인자 : 온도, 습도, VOCs 량

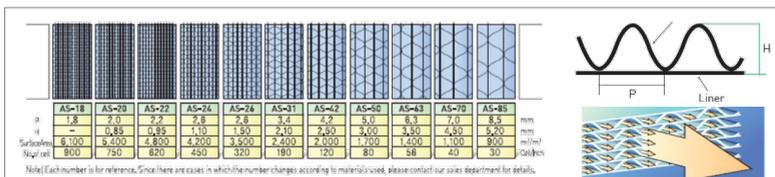
1) Concentrator system (저압손형 연속 흡/탈착 장치)

- 운영원리**
- ① 대풍량 저농도 VOCs gas를 농축기에서 흡착 후 배출
 - ② 농축기에 흡착된 VOCs 물질은 소풍량 고온가스(200°C)로 탈착
 - ③ 농축된 VOCs gas는 별도의 후처리 시스템에서 처리하는 시스템

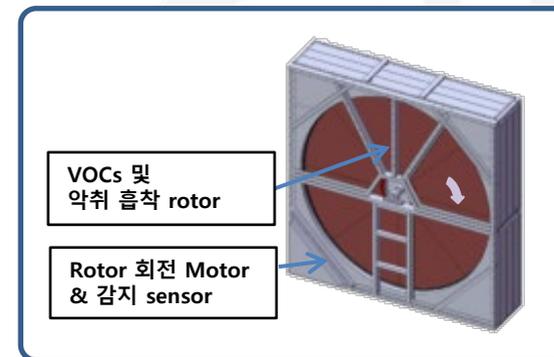


대풍량, 저농도 배기 공정에 적용 : 전자, 도장, 화학 등
 다양한 종류의 VOCs 와 운영조건에도 최적 운영 가능
 난연성 재질로 화재 위험성이 없으며, 낮은 압력손실로 에너지 소모가 경제적임 (RTO의 1/3 이하)
 VOCs 처리효율 95~99%이상, 유입조건에 따라 6~20배의 소풍량 고농도로 농축 (연소설비 무연료 운전)

2) 농축기 구조



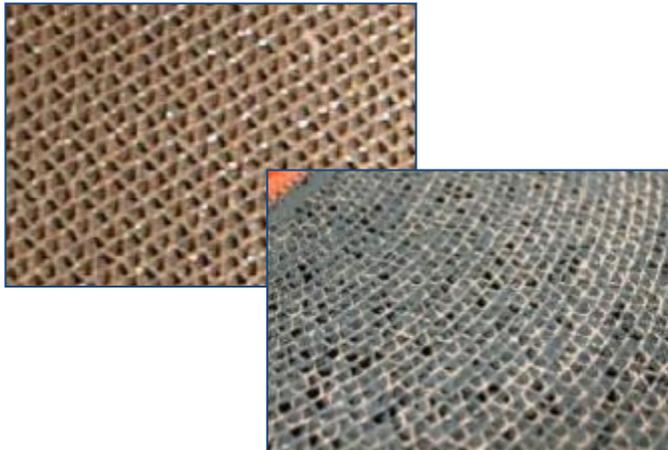
농축기는 inorganic paper로 제작
 Corrugate 모양 + Liner 모양을 결합하여 Honeycomb 모양으로 성형
 가스 구성과 특징에 따라 다양한 종류의 농축기 사용 가능



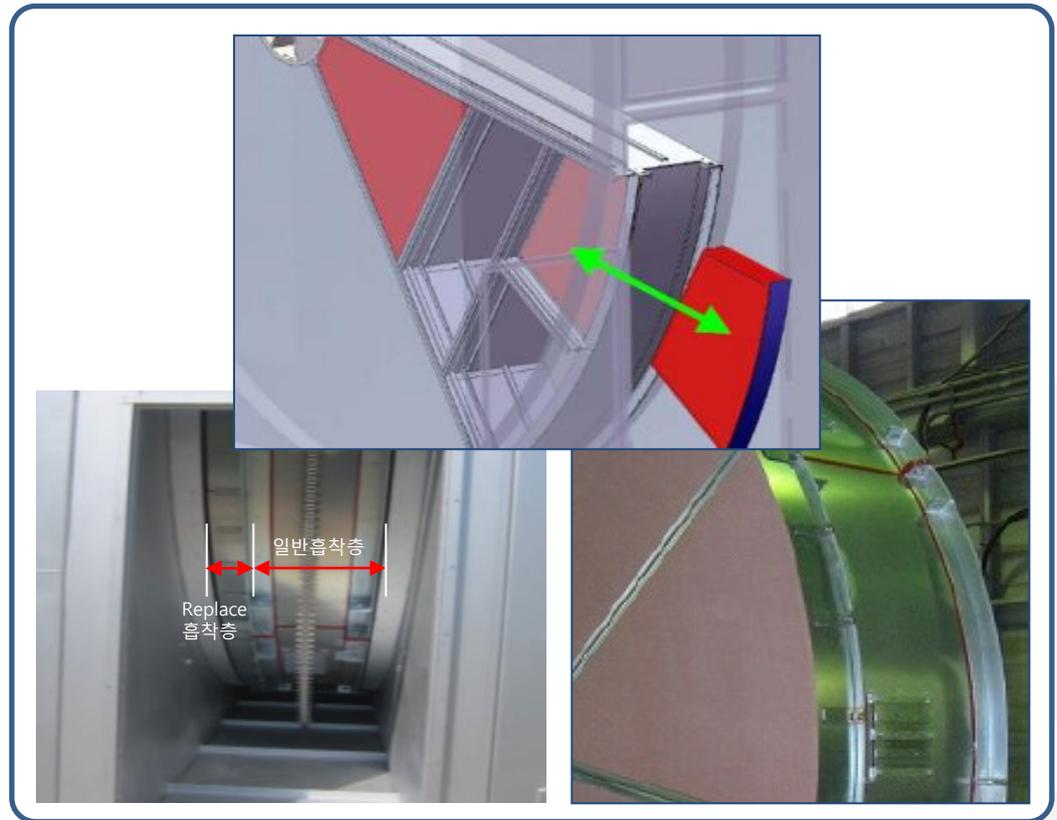
4. 농축 시스템 (Concentrator)

4.2 R-type 농축기

- ❖ 개발배경 : 농축기 표면 오염 발생시, 고가의 농축기를 전체 교체해야 함 (후단부 사용이 불가)
- ❖ 개선방법 : 전단부 100mm를 현장에서 분리/교체 가능 디자인 적용 (2015년부터 공급)
- ❖ R-TYPE (부분교체가능타입)
 - 1) 일부분 교체만으로 우수한 재생 효과
 - 2) 농축기 교체 비용 절감
 - 3) 교체 작업 용이



< 농축기 표면 오염 >



5. 국내외 Reference (2010년 이후 주요 지점)

1) 해외 주요 설치 실적(2010년 이후 주요사업장)

Nation	System	Company & Site	Gas flow (m ³ /min)	Completion
EUROPE	Ceramic BagFilter	H사 - Luxembroug	1,300	Under Const.
	CRTO (Concentrator + RTO)	N사 - Poland #1 / #2	2,900 / 2,100	Under Const.
	CRCO (Concentrator + RCO)	H사 - Hungary #1 / #2	2,400	2011
	RTO	L사 - Russia Moscow	2,000	2012
JAPAN	RCO	T사 - Japan(Kohoku)	1,200	Under Const.
		T사 - Japan(Hamada)	1,400	2020
		T사 - Japan(Yamanashi)	1,000	2019
		T사 - Japan(OITA)	1,000	2019
		T사 - Japan(SakaiMinato)	1,400	2019
		T사 - Japan(MIE)	600	2018
		T사 - Japan(Maizuru)	600	2017
		T사 - Japan(Nanao)	600 / 800	2016 / 2017
USA	CRTO (Concentrator + RTO)	L사 - USA Tennessee	4,200	2019
	RTO	L사 - USA Alabama	500	2018
CHINA	RTO	L사 - Huizhou (#3)	500	2019
		L사 - Huizhou (#1/#2)	1,250 x 2Set	2019
		B사 - Zhibo	1,100	2018
		K사 - Rizhou	1,000	2014
	RCO	H사 - CHINA Jiaxing #1 / #2	3,500 / 2,200	2012 / 2012
	CRTO (Concentrator + RTO)	L사 - CHINA Tianjin #3	1,300	2018
		L사 - CHINA Tianjin #1 / #2	3,000 / 1,800	2014 / 2015
CRCO (Concentrator + RCO)	H사 - CHINA Jiaxing #1 / #3	2,000 / 2,400	2010 / 2011	

5. 국내외 Reference (2010년 이후 주요 지점)



L사 (CHINA HUIZHOU)

500 m³/min

RTO



H사 (CHINA JIAXING)

2,200 m³/min

RCO



T사 (JAPAN MATSUE)

600 m³/min

RCO



T사 (JAPAN MAIZURU)

400 m³/min

RCO



L사 (CHINA TIANJIN)

3,000 m³/min

Concentrator + RTO



L사 (CHINA TIANJIN)

1,600 m³/min

Concentrator + RTO



L사 (RUSSIA)

2,000 m³/min

RTO



H사 (CHINA JIAXING)

2,000 m³/min

Bagfilter + Concentrator + RCO

Thanks for your attention

Environmental Technology Team Leader Dr. Park, Min Soo

T. +82 42 863 8675

P. +82 10 4003 1015

E. mspark@enbion.co.kr