

# 산소(O<sub>2</sub>) 부화장치를 이용한 온실가스 및 에너지저감 연소기술



**대 일 이 엔 씨 기 술 (주)**  
**부사장 서 윤 석 [010-3733-1927]**

---

## I. 회사 개요

---

## II. 산소부화 연소 System

---

## III. 산소부화 막 System (Membrane System for Oxygen Enrichment)

---

## IV. 맺 음 말

# I. 회사 소개

# 1. 회사 연혁

- 1993. 7 대일이엔씨기술사 사무소 설립
- 1996. 7 대일이엔씨기술(주) 법인전환
- 1997. 5 설계업, 감리업, 소방시설설계업 등록
- 1999. 5 과학기술부장관 표창(전기산업 기술력 향상)
- 2000. 6 **에너지절약 전문기업 등록(ESCO, 1종 및 2종)**
- 2001. 11 대통령 표창 (에너지절약을 통해 국가산업발전에 기여)
- 2005. 4 ~ 2007. 5 가로등용 누전차단기 특허 등록 외 5건
- 2006. 6 기업부설 에너지환경연구소 인정(한국산업기술진흥협회)
- 2006. 9 경영혁신형 중소기업 지정(서울지방중소기업청)
- 2006. 11 산업자원부장관 표창 (에너지절약을 통해 국가산업발전에 기여)
- 2006. 11 **에너지진단 전문기관 지정(1종, 산업자원부 제 06-1003호)**
- 2000 ~ 2006 에너지관리공단 “에너지진단 용역사업” 참여
- 2008. 10 지식경제부장관 표창 (에너지진단업무를 수행하여 국가 에너지절감활동에 기여)
- 2010. 6 (주) 대일이에스티 설립

# 1. 회사 연혁

## ■ 2010. 6 (주) 대일이에스티 설립

### [ 제 조, 산소부화장치 및 에너지절약설비 ]

- 주 소 : 경기도 시흥시 정왕동 1699-9 시화공단 1바 301-3
- T E L : 031 - 496 - 0195 (대표)
- F A X : 031 - 496 - 0196
- Home Page : [www.oxyeco.com](http://www.oxyeco.com), [www.산소부화장치.kr](http://www.산소부화장치.kr)

▶ 산소부화장치 특허출원 : “ 화염증강연소 시스템 “

▶ 산소부화장치 상표등록 : “ OXYECO “ , “ OXYPLUS “

● 2010. 10. 13 ~ 10. 16 “ 2010 대한민국 에너지대전 참가 (COEX) “

## II. 산소부화 연소 System

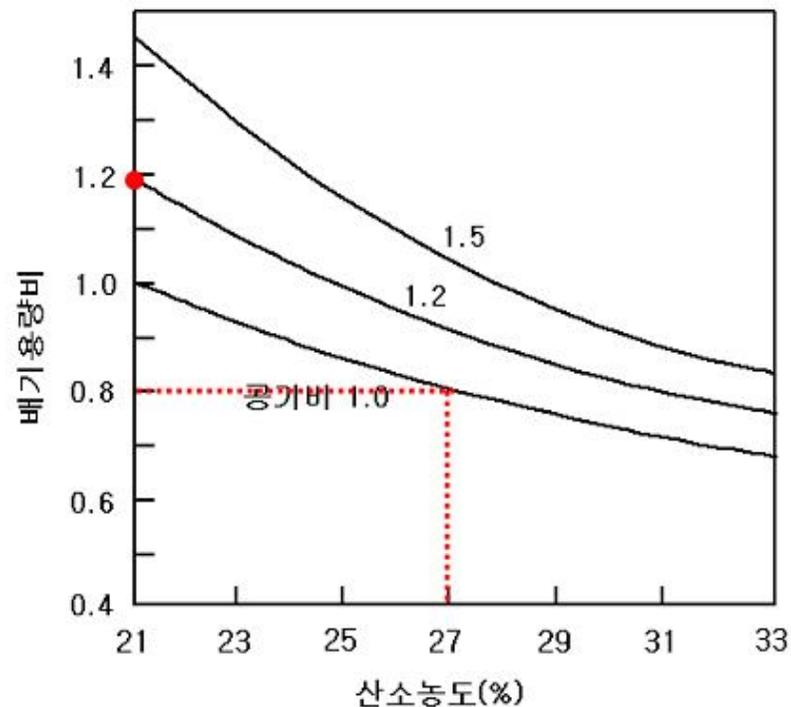
# 산소부화 연소 개요

- 연료 연소 시 일반공기 공급 [질소 : 79(%), 산소 : 21(%)]
  - 연료 연소 시 불필요한 질소공급 및 완전연소를 위해 과잉공기 공급
- 과잉공기의 영향
  - 로 내부에서 화염의 온도가 감소하여 전도에 의한 열전달량 감소
  - 고온의 배기가스 배출에 의한 열손실 증가

∴ 연료사용량 증대
- 연소공기 중의 산소농도를 23 ~ 30(%)로 부화시켜 연소하는 방식
  - ▶ 개선효과
    - 연소성 향상, 공기비 개선, 배가스량 감소 → 연료절감
    - 화염온도 상승에 따른 가열효율 향상 → 연료절감
  - ※ 산소농도는 30(%) 이내로 사용 [25(%)일때 경제성이 가장 높음]
    - 버너와 로체 내구성 고려

## 1) 배기 열손실의 감소

- 산소부화 연소 시의 산소농도 상승에 따른 배가스량 감소를 도시한 것이다.

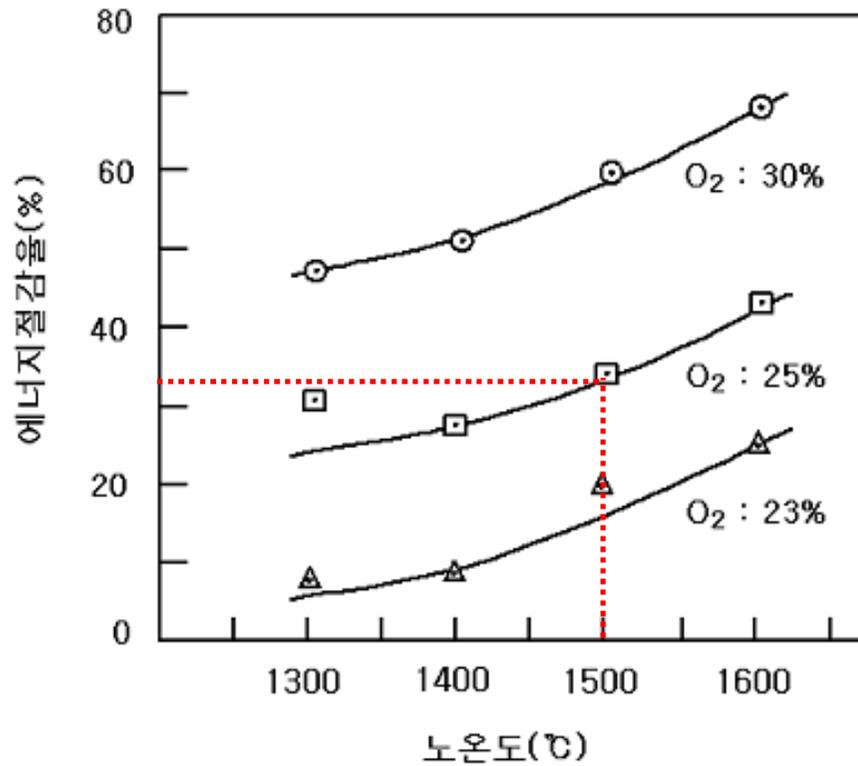


[산소농도에 따른 배기용량비]

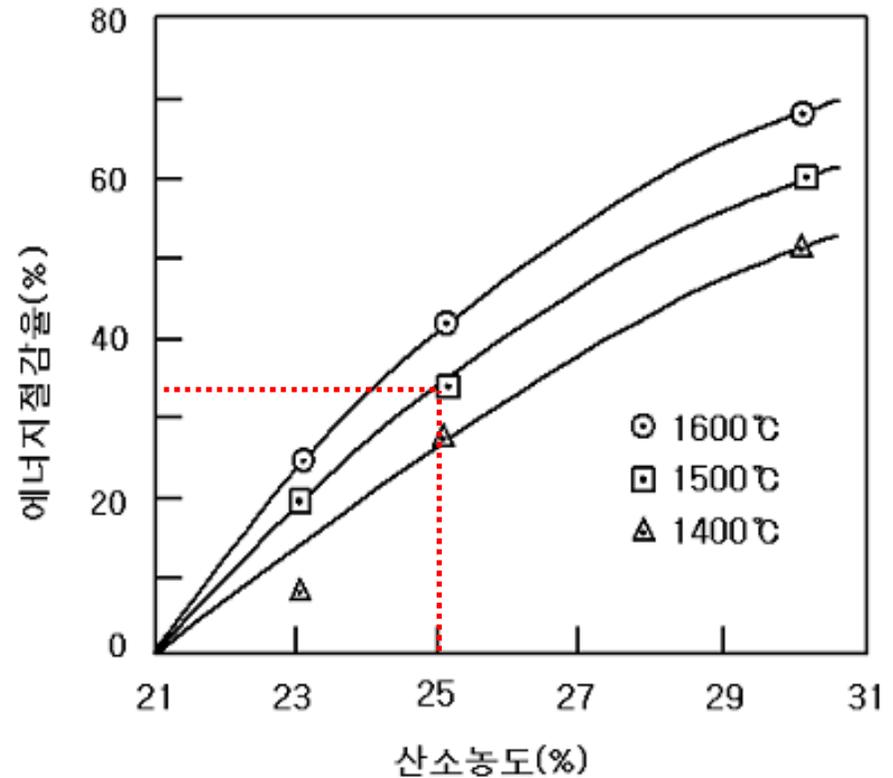
m=1.0일때 21(%) 공기와 27(%) 산소부화공기를 사용할 경우 배가스량은 20(%) 감소함을 알 수 있다.

m=1.2로 연소되고 있는 가열로에 27(%) 산소부화 공기를 공급할 경우 연소성이 개선되어 m=1.0으로 연소 가능함으로  $0.8/1.2=0.67$ 로 되어 약 33(%)의 배가스량이 감소하게 된다

- 산소 4(%) 부화(산소농도 25(%), 로 온도 1,500(°C)에서 약 33(%)의 에너지 절감효과를 나타내고 있다.

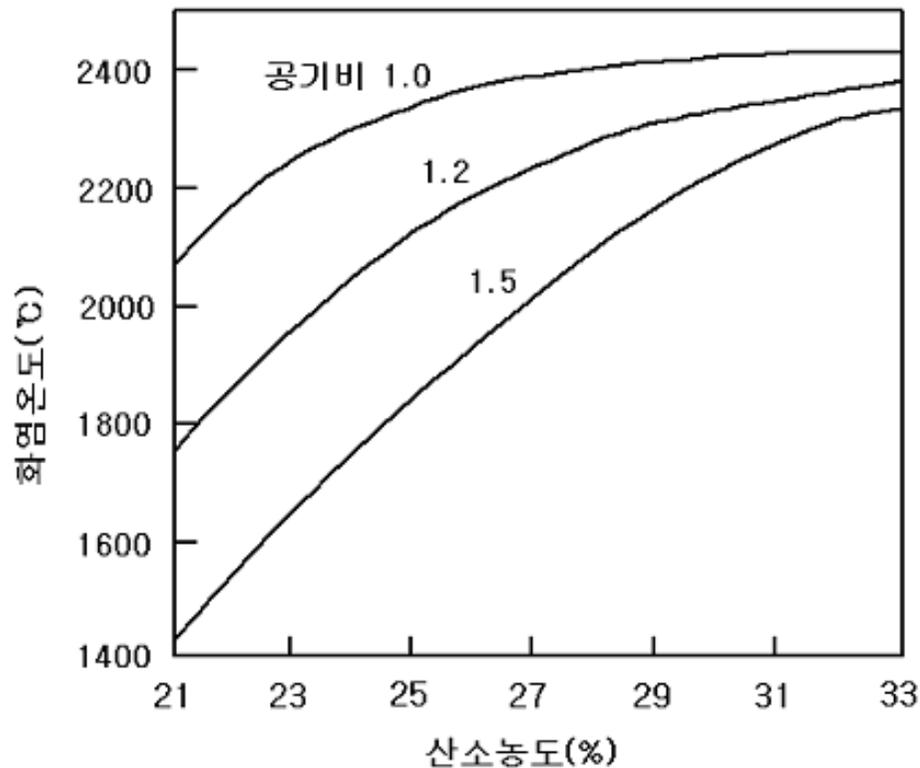


[로온도에 따른 에너지절감율]



[산소농도에 따른 에너지절감율]

## 2) 화염온도 상승



[산소농도에 따른 이론 화염온도]

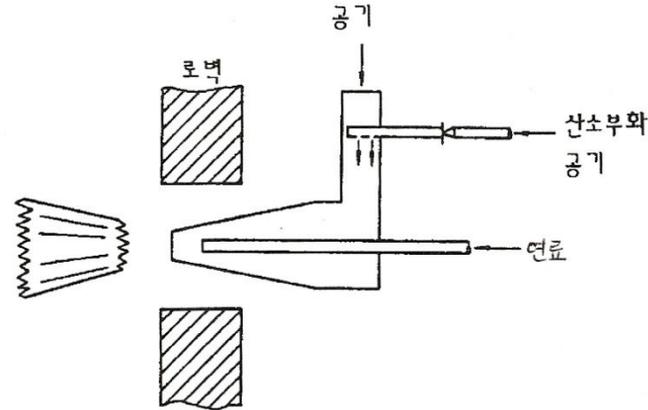
연소공기 중 산소농도가 30(%) 이하에서는 산소농도를 1(%) 증가시킴에 따른 이론 단열 화염온도는 약 41(°C) 상승하게 된다.

따라서, 산소농도를 3(%) 부화시키면 화염온도는 약 120(°C) 정도가 상승하게 되어 가열효율 상승효과가 있다.

### 3) 산소공급 방법

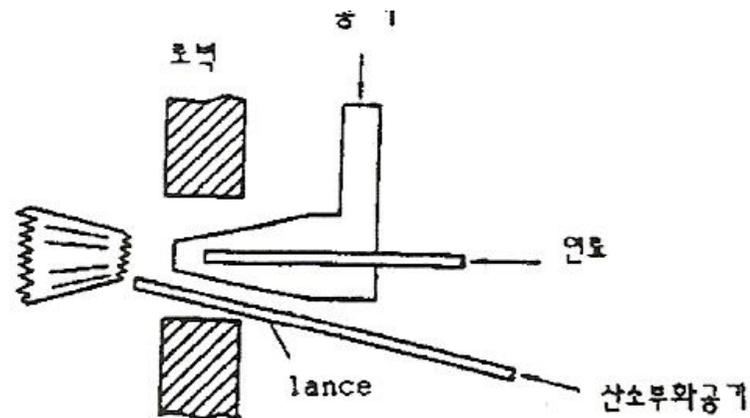
#### - General Enrichment (Pre-Mix)

\* Burner와 로체의 내구성 때문에 전체 산소농도는 30(%) 이내로 사용



#### - Underflame Enrichment

\* Burner와 별도로 위치한 Lance를 통해 산소 공급





### **III. 산소부화 막 System** **(Membrane System for Oxygen Enrichment)**

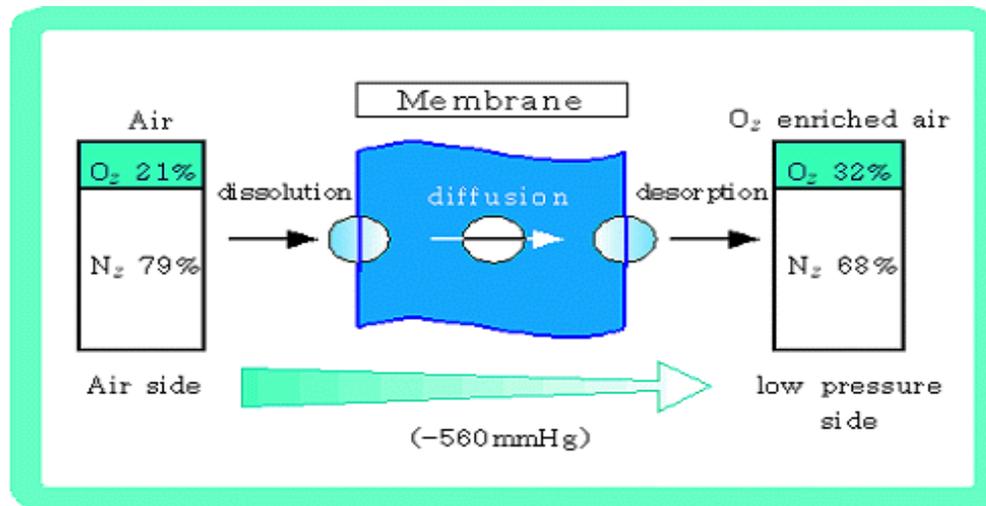
# 산소부화 막 시스템[Membrane System for Oxygen Enrichment]

## 1. 산소부화 막이란 ?

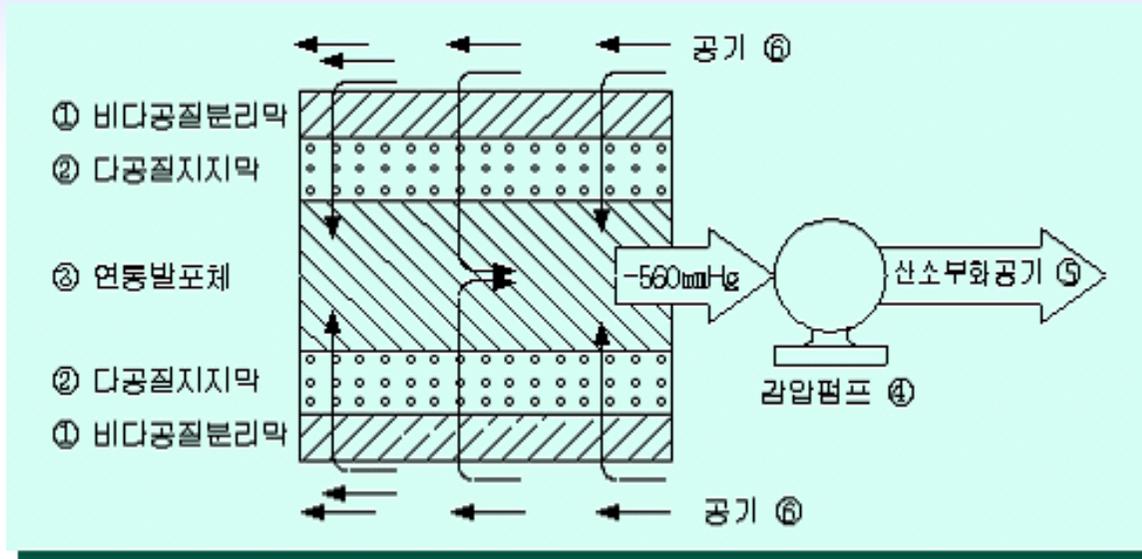
고분자 재료는 정도의 차는 있으나, 기체를 투과시키는 성질을 가지고 있고 기체의 종류에 따라 투과속도가 틀리다. 그 중에서 산소가스는 투과성이 좋은 재료이며, 또한 그 투과성이 질소가스 보다도 큰 고분자 재료를 초박막화 제품이 여기에서 소개하고 있는 산소부화 막이며, 공기 중의 산소를 농축(부화) 할 수 있는 제품이다. 이 용도의 고분자 재료의 합성 기술·박막형성 기술과 저압손 설계기술 등을 구사해서, 런닝 코스트가 저렴한 감압방식을 채용한 산소부화 막 유니트가 개발되어 있다.

### ● 산소부화 막 구조와 원리

아래그림은 산소부화 막 유니트에 복수매수로 들어간 평막 셀의 단면 개략도로 감압방식에 의한 산소부화 공기의 추출 방식 및 원리를 설명한 것이다.



[산소부화 막 원리]



[산소부화 막 구조]

## 2. 산소부화 공기의 추출방법

산소부화 공기 추출원리는 바다공질 분리막①의 양면에 압력차를 일으킴으로서 산소와 질소는 막 표면에 「용해」 한 후, 막 속을 (막의 안으로) 「확산」 이동하고 막의 반대편(감압 측)에서 「이탈」 한다.

이때 「용해」 「확산」 의 속도가 산소는 질소에 대해서 약 2.5배 이기 때문에 결과로서 산소 부화 공기를 얻는다.

평막셀은 연통발포체③과 다공질지지막②를 사이에 세우고 감압펌프④에 의해서 바다공질 분리막 ①에  $-560\text{mmAq}$ 의 차압을 일으킴으로서 산소농도 32(%)의 부화공기⑤가 소정의 유량을 얻는 성능을 가지고 있다.

### 3. 산소부화 막 설비 (Oxygen Enrichment Membrane System)



## OXY-ECO, OXY-PLUS

- ▶ 화염증강연소 System 개발
- ▶ Monitoring Control System 적용
- ▶ Digital Type Touch Screen 채택

[산소부화 막 설비] (Dry Type 국내 최초 개발 설비)

※ 발생 부화산소공기량에 따라 설비의 규모가 달라짐.

#### 4. 산소부화 막 설비의 주요 적용영역

- 각종 공업용 요로 : 가열로, 각종보일러, 시멘트 Kiln, 도자기 소성로, 유리용해로 등
- 탈황제산설비, 공기정화, 산소재생기, 의료보건용, 폐기물용융처리 등
- 기타 산소공급용 제반 설비 등 다수

#### 5. 산소부화 막(Membrane)방식 연소System의 장점

**화염증강연소시스템 및 제어기술 등 특허기술을 적용함.**

아래와 같은 장점이 있다.

- 화염온도와 화염폭도를 높여 복사열을 현저히 증가시킨다.
- 연료의 연소점을 낮춰 연소속도를 높이고, 완전연소 촉진하여 환경오염을 없앤다.
- 연소 후 발생하는 배기가스량과 분진 및 NOx를 현저히 감소시킨다.
- 열량 이용률을 증가시킴에 따라 절약효과가 뚜렷하다.
- 과잉공기비를 줄이고 효율을 높여 연료소모량을 줄인다.
- 유리용융로의 경우 연료소모량을 10~25(%) 절약이 가능하고, 생산량을 7~15(%)증가시킬 수 있으며, 생산품 품질을 일정하게 높일 수 있다.
- 보일러 및 가열로의 경우 일반적으로 에너지절감율이 5~15(%) 가능하다.
- 이외에 설비의 성능을 안정시키고, 환경오염을 줄이며, 설비의 수명을 연장시키고, 효율을 종합적으로 증가시킨다.

## 6. 산소부화 막 연소 System(예)

본 시스템은 그림1에 나타낸 바와 같이 다음과 같은 요소로 구성되어 있다.

- 산소부화 막 실
- 흡입 블로어
- 연소 블로어
- 버너 및 가열로
- 제어장치

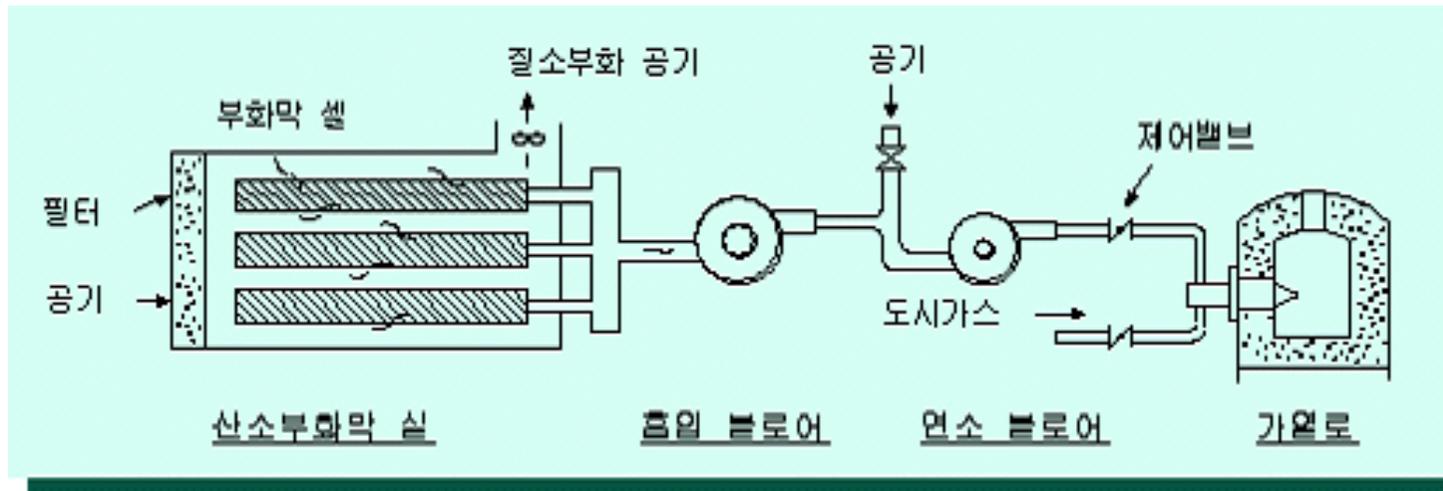
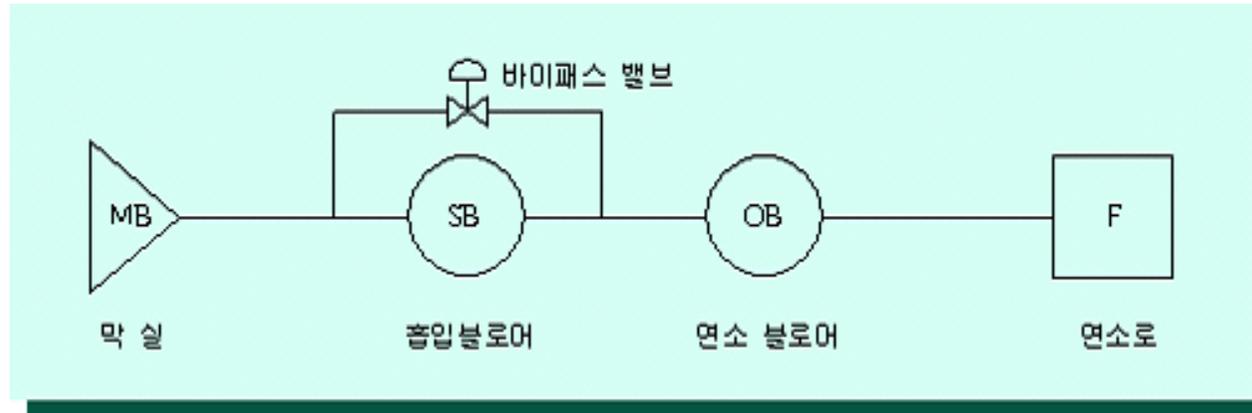


그림1 산소부화 연소 시스템

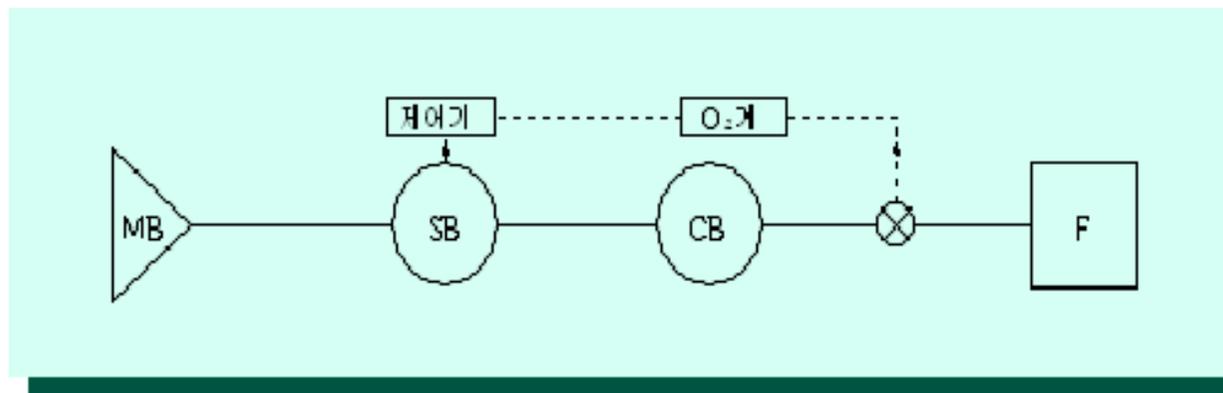
## 7. 제어 System (예)

### ■ 공기량과 산소농도의 제어

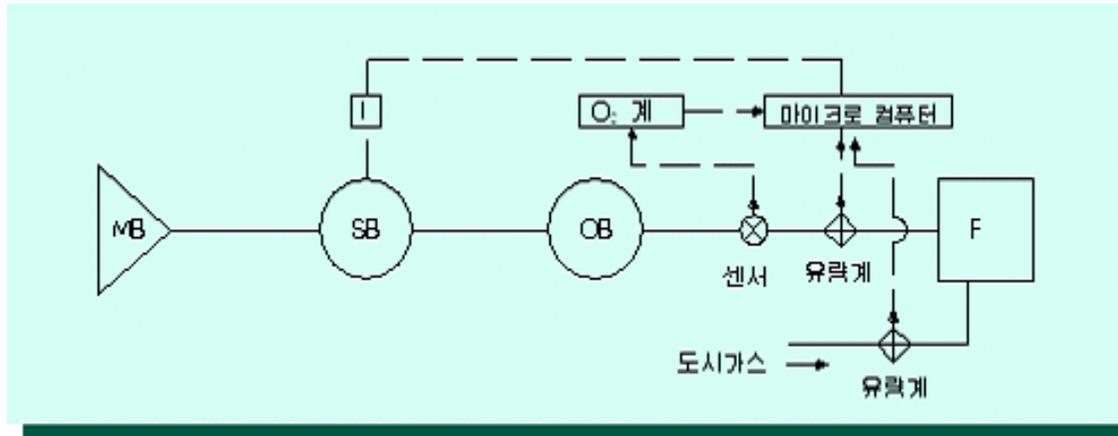
#### ① 흡입Blower의 By pass 밸브제어



#### ② 흡입Blower의 회전수제어(VVVF 제어방식)



### ③ 산소농도와 공기량을 계측하여 제어



[산소농도와 공기량을  
계측하여 제어하는 방식]

그림에서 가열로(F)에 필요한 도시가스 유량을 계측하여 이 가스의 연소에 필요한 산소량을 미리 설정되어 있는 공기 비율에 맞추어 산출한다.

이 산소량이 되도록 산소부화 공기량과 산소농도로부터 산소량을 산출하여 흡입 블로어(SB)의 VVVF제어를 하는 방식이다.

마이크로컴퓨터를 사용하면 고농도 제어가 가능하여 더욱 효율적인 운전이 가능하다.

## 8. 산소부화막 설비의 특징

### ○ 안정성이 높다.

산소농도가 최고 30%정도이며, 그 이상은 절대로 높아지지 않는다. 이 정도의 산소농도 공기는 통상공기와 거의 같이 취급할 수 있으므로 안전성이 매우 높은 시스템이다.

### ○ 산소농도가 안정되어있다.

부화 막에 의해 얻어지는 산소농도는 흡입압력에 의해 결정되며, 이 압력 변동이 없으며 매우 안정된 농도를 유지한다. 따라서 연소용에는 최적의 시스템이다.

### ○ 기동 · 정지가 용이하다.

흡입 블로어의 기동과 정지만으로, 무인운전이 가능하여 취급이 용이하다. 또한, 기동 수 초 만에 안정된 산소부화 공기를 얻을 수 있다.

### ○ 좁은 장소에도 설치가 가능하며 가볍다.

PSA 등에 비하여 좁은 장소에도 설치가 가능하며, 사용하는 현장 근처에 설치 가능하다. 또한 경량으로 2층 등에도 설치가 가능하다

### ○ 유지 보수가 용이하다.

운전 중에 수리하는 부분이 적다. 부화 막은 정기적으로 체크하고, 필요한 경우에는 손쉽게 교환 가능한 구조로 설계 되어 있다.

## 9. 산소부화막 설비의 취급상 주의점

### ① 먼지 대책

막 실에는 간단한 필터가 부착되어 있으나, 이는 비교적 큰 먼지를 제거할 목적으로 설치 된 것이다.

부하 막에는 '구멍' 이 없으므로 먼지에 의한 '막힘'은 없다.

그러나 미립자 상의 먼지는 막의 면에 부착하여 차폐하므로, 공기는 가능한 한 청정한 공기를 공급하도록 검토 한다.

### ② 막의 면에는 손을 대지 말 것.

부하 막(분리 막)은  $0.1 \mu$  이하로 매우 얇게 제작되어 손을 대면 되므로 막의 면은 절대로 만지지 말것.

※ 산소부화 막(Membrane)의 수명은 상기의 취급에 유의할 시 5~10년 정도임.

## 10. 막법 부화산소 연소기술 개발현황

가. 80년대 초부터 일본, 독일, 영국, 프랑스 및 미국 등에서 기술연구 및 개발  
특히 일본의 통산성은 대기업연구소가 참여하는 “막법 부화산소 연소기술  
연구그룹”을 조직하여 다수의 연구논문 발표.

나. 일본의 경우 Gas, Oil 및 석탄을 연료로 하는 사용처에서 “부화산소응용실험”  
을 한 결과 아래와 같은 에너지절감 효과를 얻었다.

산소부화 연소 시 산소농도(%)	에너지 절감량(%)
23	10~25
25	20~40
27	30~50

다. 현재 국내에서는 일부 유리 및 알루미늄 용해로에 순산소 연소를 적용하고  
있으나, 막법 부화산소 연소의 경우는 없다.

## 11. 외국의 실제 적용사례(예)

- 유리용해로에 막법 산소부화 연소System을 적용하여 1년 이상 가동한 결과는 아래 표와 같다.

▶ 熔化면적 : 45.9(m<sup>2</sup>), 일평균 용해량 82~83(Ton/일), 병유리 생산

항 목	단 위	기존 공기 연소 시	산소부화 연소 시	비 고
1. 유리액 熔化率	T/m <sup>2</sup> ·d	1.8	2.1	+0.3 (+16.7%)
2. 연료(중유)사용량	Kg/T	152.8	130.1	-22.7 (-14.9%)
3. 최종배기가스 온도	°C	392	280	-112
4. 화염온도	°C	1,580	1,670	+90
5. 열손실	kcal/h	1,160,447	895,438	-265,009 (-22.8%)
6. 로 열효율	%	38.6	46.5	+7.9%

\* 유리제품의 품질향상

\* 용해로 수명연장 : 화염하부온도 110(°C)상승 및 상부는 60(°C)하강하여 Arch 및 축열실의 열부하를 경감시켜 용해로의 수명이 연장됨

- 다수의 유리용해로에 막법산소부화 연소System 적용 사례가 있음.

## 12. 국내의 실제 적용사례(예)

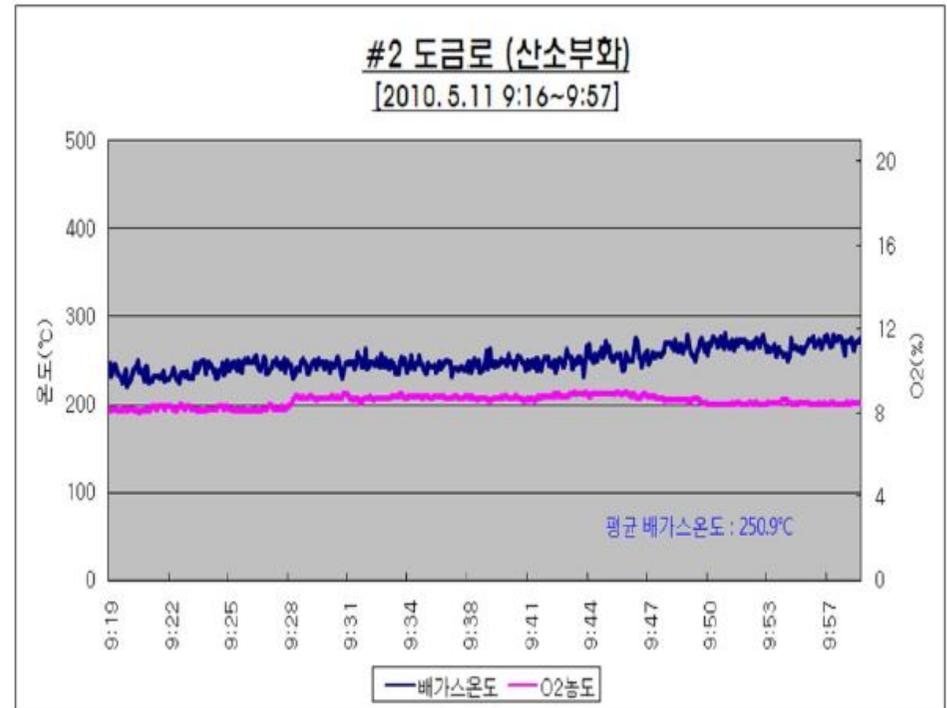
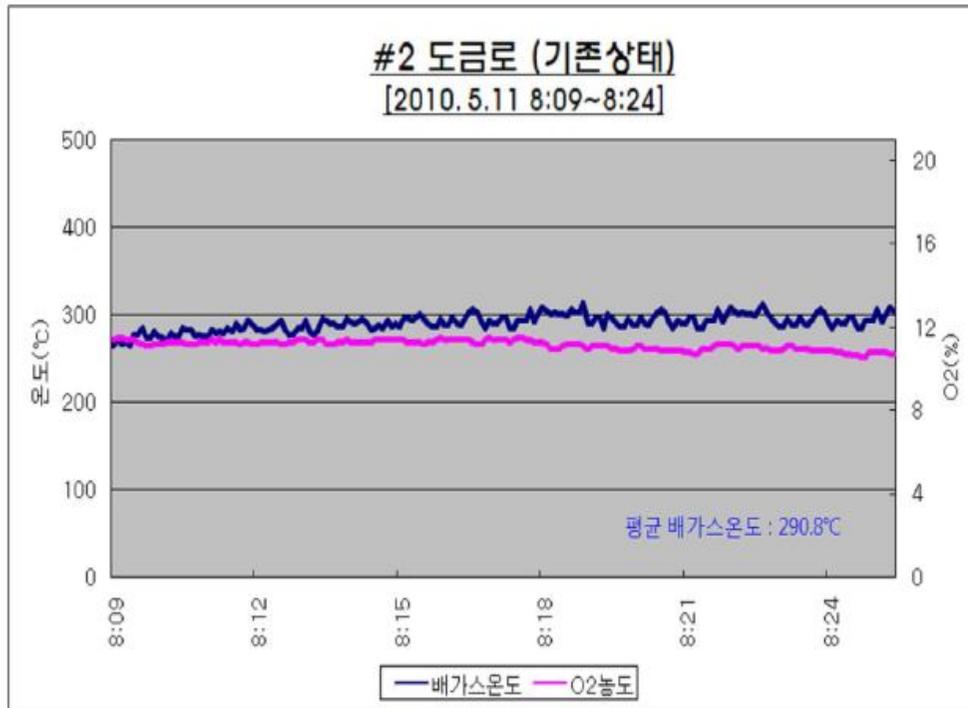
○ 국내 최초로 금속용해로에 막법 산소부화 화염증강연소 System을 적용하여 가동한 결과는 아래와 같다.

▶ 경남소재 'H' 사 금속용해로 (2009.12 ~ 2010.4 설치,가동)

구 분	기존 공기 연소 시	산소부화공기 연소 시	산소부화설비 가동 효과	투자비 회수기간
1. 사용 연료	LNG	LNG	-	2.1년 [ ③ ÷ (① - ②) ]
2. 시간당 사용량	196.43m <sup>3</sup> /h	172.86m <sup>3</sup> /h	-23.57m <sup>3</sup> /h (-12%)	
3. 연간 가동 시간	8,400h/년	8,400h/년	-	
4. 연간 사용 연료량	1,650천m <sup>3</sup> /년	1,452천m <sup>3</sup> /년	-198천m <sup>3</sup> /년 (488TCO <sub>2</sub> /년)	
5. 연간 사용 연료비	1,200,000천원/년	1,056,000천원/년	-144,000천원/년 ①	
6. 추가 소모 전력비	-	14,000천원/년	+14,000천원/년 ②	
7. 설비 투자비	-	270,000천원	+270,000천원 ③	

## 도금로 배가스 분석 GRAPH

대일이엔씨기술(주)



### 13. 국내 적용 검토 및 진행사항

업종	회사명	적용처	사용연료	예상절감율 (%)	연간절감금액 (억원)	투자비 (억원)	투자비 회수기간(년)
화학·제지	"D" 유화(주)	100T/H 보일러	C-9 Oil	3.0	7.8	9.0	1.2
	"K" 화학(주)	Hot Oil Heater	B-C Oil	5.0	1.4	21.0	2.0
	"KSM" 화학(주)	35T/H 보일러	Petro Coke	4.0	2.4	4.2	1.8
	"P K" (주)	70T/H 보일러	미분탄	8.0	5.4	9.0	1.7
연업	"T S" (주)	200T/D 유리용해로	B-C Oil	10.0	5.4	6.0	1.1
금속	"HH" 금속(주)	35T/C AL용해로	정제유	7.0	2.2	4.2	1.9
	"I J" AMT(주)	3T/C AL용해로	LNG	8.0	0.9	1.6	1.8

- 기타 각 업종의 다수의 업체에 적용을 검토 및 진행 중에 있음.
- 온실가스 저감 Merit 및 향후 연료가격 상승 등을 고려하면 실제 투자비 회수기간은 더욱 단축 가능함.

## 14. 2011년도 에너지이용합리화를 위한 자금지원 안내

[에너지관리공단 ESCO자금실 : 031-260-4361~4]

가. 대상설비 : 산소부화 시스템 [Membrane(막) 방식인 것]

나. 지원규모 및 지원조건

사 업 명		동일사업자당 지원한도액	대 출 기 간	이 자 율	비 고 (억원)
ESCO 투자사업		500억원 이내 (동일투자사업장당 250억원 이내)	3년거치 7년 분할상환	「에너지및지원사업특별 회계 운영요령」에 따름	3,900
절약시설 설치사업	온실가스에너지 목표관리업체 투자사업	50억원 이내	3년거치 5년 분할상환		1,096
	산업체 등 절약시설 설치사업				1,022
	고효율제품 등 생산시설 설치사업				
	수요관리 투자사업				
합 계					6,018

다. 지원절차



## IV. 맺음말

1. 각 산업체에 있어서 **에너지단가 상승**으로 인한 회사경영의 애로사항이 큼.
2. 또한 **온실가스저감시책**에 따른 에너지절감대책이 시급한 문제로 제기되고 있음.
3. 이에 따라 각 산업체에 있어서 **강도 높은 에너지절감방안**을 찾고 있으며, 에너지 진단에 의한 **각종의 에너지절감 대책**을 마련하여 절감개선을 추진 중에 있음.
4. 따라서 본 **산소부화 연소기술**을 각 산업체에 적용하여 **연료절감 (5~20%)**을 달성함으로써 에너지절감에 따른 경쟁력향상 및 회사경영의 애로사항을 해소하고, 동시에 **온실가스 저감**에 따른 국가적 시책에 부응함으로써 전체적으로 큰 이득을 취할 수 있는 System 이라고 판단된다.
5. 상기의 **막법 산소부화 화염증강연소 System** 을 **적극 적용할 필요성**이 있다.

# 감 사 합 니 다

저탄소 • 녹색성장을 위한 **NEW FRONTIER!**  
Oxygen **E**nrichment **M**embrane **S**ystem



대일이엔씨기술(주)

DAEIL ENGINEERING & CONSULTING CO.,LTD.