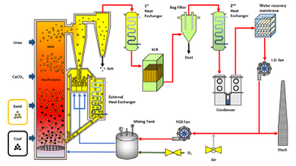
연구책임자
FEP 융합연구단
이재구

연료다변화 및 CO_2 원천분리 가능
순환유동층 연소 기술

연소 중 CO_2 원천분리가 가능한 연소 기술로써 연료 다변화가 가능하고 굴뚝으로 배출되는 배기가스량과 대기오염물질을 줄일 수 있는 기후변화 대응 친환경 순산소 순환유동층 연소* 시스템 기술.

*순산소 순환유동층 연소 : Oxy-Circulating Fluidized Bed Combustion (Oxy-CFBC)

기술의 구성도/개념도



0.1 MW_{th}급 Oxy-CFBC 설비 구성			
연료/탈황제 주입 (Feeding system)	순환유동층 연소로 (CFBC)	사이클론, 루프실, 외부열교환기	열교환기
배기가스 재순환 설비	백필터 집진/ 미세입자포집 장치	수분제거설비 (FGC, 분리막)	탈질설비 (SNCR, SCR)

기술의 주요 내용 및 특징

- 연소 중 CO_2 원천분리를 위한 power plant retrofit 기술(추가 공간 소요가 적음.)
- 순환유동층 연소로 내에서 탈황, 탈질 및 배기가스 재순환을 통한 후처리 비용 절감
- 연료 다변화/재료(층 물질, 부식 및 회분침적 방지)/탈황/탈질/집진/배기가스 내 물 회수 성능 시험평가 연소 설비로 활용 가능
- 순환유동층 연소 기술 활용 가능 분야
  - 화력발전 및 산업단지에서 배출되는 미연회분 재연소를 통한 시멘트 원료 생산
  - 국내 미이용 바이오매스 활용 에너지 생산(REC 확보)
  - 국외(베트남 등 동남아) 왕겨 활용 에너지 및 실리카 생산
  - 해양 폐플라스틱 처리 및 에너지 생산

기술의 적용처

응용분야	적용제품	
발전소/산업단지/시멘트제조업/ 재료/폐기물처리 분야 등에 응용 가능	Oxy-CFBC / CO_2 원료 (CCU) / 전력, 스팀 / 시멘트 원료 / 왕겨 유래 실리카 / 폐플라스틱 처리 설비	

문의
한국에너지기술연구원
기술사업화실

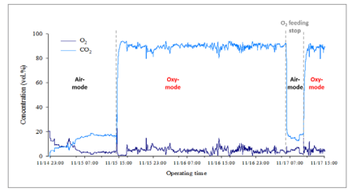
TEL
042-860-3384

E-mail
kier-tlo@kier.re.kr

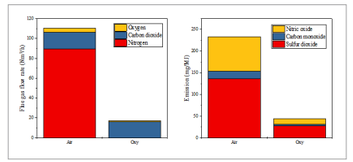
기술의 비교우위성/ 기존 기술 대비 차별성

기존 기술	본 기술
◦ 공기연소는 배기가스 내 N_2 함량이 높아 CO_2 분리/포집이 어려움. ◦ CO_2 원천분리를 위한 순산소 연소 운전기법에 대한 기술 부족	◦ 국내 최초 배기가스 재순환 공정이 포함된 Oxy-CFBC test-rig 구축 및 운전기법 확보 · 배기가스 80% 감소(공기연소 대비) · 연소효율 2% 향상(공기연소 대비) · 90% 이상 CO_2 원천분리 가능

실험 및 실증 데이터

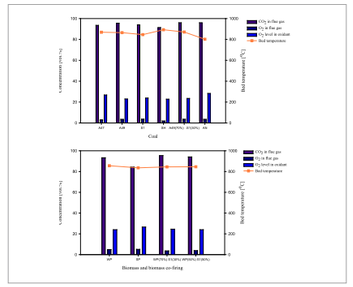


»» **공기 연소↔순산소 연소 전환 완료 시간**: 40분 이내(배기가스 내 CO_2 90 vol.% 이상 도달 기준)



»» **배기가스 발생량**: 공기 연소 대비 80% 감소

»» **오염물질 배출량**: 공기 연소 대비 SO_2 80%, NO 85%, CO 76% 감소(정제설비 미가동)



»» **연료다변화 테스트**: 석탄(5종+혼탄1종) 및 바이오매스(2종+혼소2종) 순산소 연소 (무연탄, 갈탄, 아역청탄, 역청탄, wood pellet, straw pellet으로 대부분 5,000 kcal/kg 이하 연료 활용)

기술의 성숙도

1	2	3	**4**	5	6	7	8	9
기초연구		실험		시작품		실용화		사업화

[TRL 4: 실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가]

순산소 순환유동층 연소방식을 이용한 CO_2 원천분리 및 대기오염 물질 감축 기술

- 0.1MW_{th}급 순환유동층 연소 공정 실험 [TRL 4 단계]

지식재산권 현황

순번	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
1	순산소 순환유동층 연소장치의 연료다변화를 위한 저등급 연료 활용 시스템	10-2016-0071835	2016.06.09	10-1767188	2017.08.04
2	순산소 순환유동층 연소장치 및 이를 이용한 배가스 재순환 방법	10-2017-0108075	2017.08.25	-	-
3	배기가스 재순환을 포함하는 안정적 물질 투입을 위한 순환유동층 반응기	10-2018-0052697	2018.05.08	-	-

30

Oxyfuel circulating fluidized bed combustion (Oxy-CFBC) technology allowing for fuel diversification and CO_2 separation for carbon capture utilization and storage (CCUS)

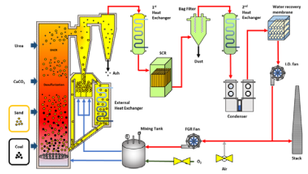
Principal researcher

FEP Convergence Research Center

Lee Jae-Goo

Oxy-CFBC is the process of burning a fuel using pure oxygen with recirculated flue gas instead of air as a primary oxidant. It is also an eco-friendly combustion technology that allows the reduction of exhaust gas and air pollutants as well as the separation of CO_2 from the combustion without N_2 for CCUS.

Structural Diagram/Conceptual Diagram



0.1 MW_{th} Oxy-CFBC facility configuration			
Fuel and de-SOx agent feeding (Feeding system)	Circulating fluidized bed combustion (CFBC)	Cyclone, Loop seal External heate exchanger	Heat exchanger
Flue gas recirculation facility	Bag filter Particulate matter apparatus	Water recovery facility (FGC, Membrane)	De-NOx facility (SNCR, SCR)

Description and Characteristics of Technology

- Relatively easy retrofit from air to oxy mode system for CCUS and the requirment of small additional space
- Lower cost for air pollution control from in-situ desulfurization and denitrification inside CFBC via flue gas recirculation
- Utilization as a combustion facility for the performance tests such as fuel diversification, materials(Bed materials; prevention of corrosion and ash deposition), desulfurization, denitrification, dust collection, and water recovery from exhaust gas
- CFBC technology is applicable to the following areas:
  - Energy production by using unutilized domestic biomass
  - Production of energy and silica from rice husk from foreign countries (South East Asian countries including Vietnam)
  - Preparation of feedstock for cement production through reburning of unburned carbon(UBC) in ash from coal-fired power plant
  - Waste to energy plant(WtE)

Scope of Application

Application Fields	Products	
Fuel diversified power plant (fossil fuel, biomass etc), CO_2 capture in coal-fired power plant, WtE plant, Reburning process for UBC in fly ash	Power/CHP/CO_2 for CCUS Waste plastic treatment facility/ Fly ash for cement feedstock/ Silica dervied from rice husk	

Inquiries

Business Development Team of the Korea Institute of Energy Research

Tel

042-860-3384

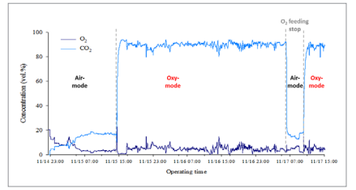
E-mail

kier-tlo@kier.re.kr

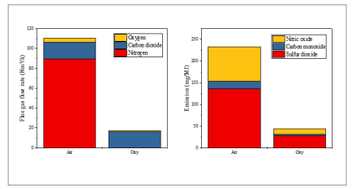
Comparative advantages of technology / Differentiation from existing technologies

Conventional Technology	Present Technology
◦ The high N_2 content in flue gas after air mode combustion makes CO_2 separation and capture difficult. ◦ Larger amount of flue gas due to N_2 increases heat loss and the size of air pollution equipment	◦ The Oxy-CFBC test-rig with flue gas recirculation has been established for the first time in Korea, and the operating technology · Exhaust gas decreased by 80% (compared to air-combustion) · Combustion efficiency increased by 2% (compared to air-combustion) · CO_2 separation more than 90%

Experimental and empirical data

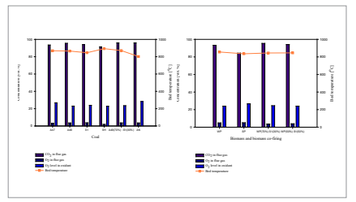


››› The conversion between air-combustion and oxy-combustion requires less than 40 minutes (with reference to CO_2 over 90 vol.% in flue gas)



››› The exhaust gas emission has been decreased by 80% compared to air-combustion.

››› The pollutant emission has been decreased by 80% for SO_2, 85% for NO, and 76% for CO compared to air-combustion (without operating the pollutant treatment facility).



››› The fuel diversification has been tested through oxyfuel combustion of coal (five types + one mixed coal) and biomass (two types biomass + two types of mixed biomass with coal): Anthracite, Lignite, Sub-bituminous coal, Bituminous coal, Wood pellet, and Straw pellet; mostly below 5,000 kcal/kg).

Maturity level of technology

1 2 3 4 **5** 6 7 8 9

Basic Research | Experiment | Prototype | Turning into practice | Commercialization

[TRL 5: Preparation and performance evaluation with determined materials, parts, and system prototype]

Technology for CO_2 separation and air pollutant emission reduction using oxyfuel fluidized bed combustion

• 0.1MW_{th} fluidized bed combustion process experiment [TRL 5]

Current status of intellectual property rights

No.	Title of Invention	Application Number	Application Date	Registration Number	Registration Date
1	System utilizing low rank fuel for diversification of fuel in Oxy-CFBC apparatus	10-2016-0071835	2016.06.09	10-1767188	2017.08.04
2	Circulating fluid bed combustion device and exhaust gas recirculation method using the same	10-2017-0108075	2017.08.25	10-1992296	2019.06.18
3	Circulating fluid bed reactor for stable material including flue gas recirculation	10-2018-0052697	2018.05.08	-	-
4	Dry exhaust gas recirculation type circulating fluidized bed combustion device and its operaion method	10-2019-0059845	2019.05.22	-	-
5	Oxy circulating fluidized bed combustion apparatus for fly ash reburn and methods for operating	10-2019-0083537	2019.07.11	-	-