



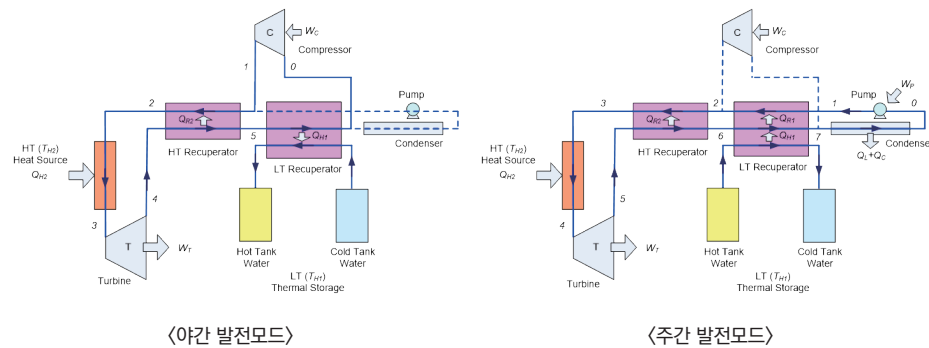
# 고온 열원과 저온 열원 동시 활용 초임계 CO<sub>2</sub> 발전 사이클 구성 및 운영방법

연구자: 김영민

소속: 친환경모빌리티연구실 042-868-7377

## 기술 개요

- 저온 열원을 효과적으로 활용함으로써 동일한 고온 열원으로부터 더 높은 출력을 얻을 수 있는 초임계 CO<sub>2</sub> 발전 사이클 구성과 운영방법



## 고객 · 시장

- 석탄화력발전, 태양열발전, 원자력발전, 폐열발전

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 효율 및 출력을 향상시키고, 부하조절이 가능해야 함
- 초임계 CO<sub>2</sub> 발전사이클의 재생열교환과정에서 고압축이 저압축보다 비열이 높아 효율 향상에 한계가 있음
- 기존에 재압축 사이클이 제시되었으나 압축일의 증가로 인한 출력이 감소됨
- 화석연료, 바이오연료, 태양열, 원자력, 폐열 등 다양한 열원을 직접 활용할 수 있는 초임계 CO<sub>2</sub> 사이클 발전시스템에 대한 관심이 높아지고 있음
- 석탄화력 또는 원자력발전의 경우 부하조절의 어려움이 있으며, 동일한 열원으로부터 효율 향상 및 부하조절이 가능한 초임계 CO<sub>2</sub> 사이클 발전시스템의 개발이 필요함

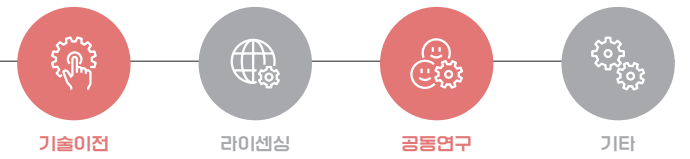
## 기술의 차별성

- 심야에는 부분냉각 초임계 CO<sub>2</sub> 사이클 운행 및 저온 폐열 저장함
- 주간에는 저장된 폐열을 이용하여 제안된 초임계 CO<sub>2</sub> 사이클을 운영함
- 일례로, 원자력의 경우, 심야에는 발전출력 358MWe, 발전효율 37.6%이고, 주간에는 발전출력 500MWe, 발전효율 52.5%를 나타냄
- 동일한 열원으로부터 40% 이상 부하조절 가능함

## 기술완성도(TRL)



## 희망 파트너쉽



## 기술의 우수성

- 저온 폐열, 지열 등 저온열을 활용함으로써 석탄화력, 태양열, 원자력 등 고온열을 이용한 고효율 발전 가능함
- 화력발전과 원자력발전의 경우 동일한 고온 열원으로부터 기존 대비 20% 효율 향상과 40% 부하조절 가능함
- 제시하는 초임계 CO<sub>2</sub> 발전 사이클의 구성은 별도로 구성된 저온 폐열 사이클과 고온 폐열 사이클보다 출력은 20% 이상(155.5 → 186.8) 증가하고 효율도 20% 이상(34% → 40.9%) 증가함
- 제시하는 초임계 CO<sub>2</sub> 발전 사이클의 구성은 동일한 고온 열원으로부터 저온 열원의 도움으로 출력은 45% 이상 (128.7 → 186.8) 증가하고 효율은 43% 이상(44.0% → 63.2%) 증가함

Table : Comparison of performances of different T-CO<sub>2</sub> cycles with TEES (H: High temperature of  $T_{H2}$ , L: Low temperature of  $T_{H1}$ , R: Rankine, B: Brayton)

Cycle	$T_{H1}$ (°C)	$Q_{H1}$ (kJ/kg)	$T_{H2}$ (°C)	$Q_{H2}$ (kJ/kg)	$T_R$ (°C)	$W_{P(C)}$ (kJ/kg)	$W_T$ (kJ/kg)	$W_{net}$ (kJ/kg)	$\eta_{th}$ (%)	$\eta_{th}^*$ (%)
H-R (1)	-	-	600	456.8	225	14.7	201.5	186.8	40.9	-
H-B (2)	-	-	600	292.6	360	72.8	201.5	128.7	44.0	-
L-R (3)	122	281.7	-	-	-	14.7	59.0	44.3	15.7	-
LH-R (4)	122	161.1	600	295.7	357	14.7	201.5	186.8	40.9	63.2
L-R (3) + H-B (2)	122	161.1	600	295.7	360	8.4 + 73.6	33.7 + 203.7	25.3 + 130.1	34.0	-

## 특허

- 엑서지 효율이 향상된 초월임계 랭킨 사이클 열기관과 그 방법(KR1345106, PCT/KR2012/010664)
- SCI 논문 게재 : Transcritical or supercritical CO<sub>2</sub> cycles using both low- and high- temperature heat sources(Energy 43(2012), 274회 인용(2024년 4월 기준))

## 노하우

- 엑서지 효율이 향상된 초월임계 랭킨 사이클 열기관 사이클 모델링 및 최적화
- 고정된 고온 열원(석탄화력, 원자력)으로부터 40% 이상 부하조절이 가능한 발전 모드 운영 방법