

PF4) 이산화탄소 흡수분리 Pilot Plant에서 농도 및 압력의 영향 The Concentration and Pressure to affect Removal Efficiency of Carbon Dioxide in a Pilot Plant

심재구 · 김준한 · 안홍주 · 박광규 · 엄희문
한전전력연구원 방사선환경그룹

1. 서 론

전 세계적으로 이산화탄소를 저감하기 위한 연구활동이 활발히 진행중이나 현재까지는 산업생산성에 영향을 미치지 않을 정도로 경제적인 이산화탄소 저감법은 개발이 되지 않은 실정이다. 미국, 일본 등 선진국을 중심으로 각국별 사정에 맞는 이산화탄소 저감법을 연구중인데, 대표적인 기술로는 흡수법, 흡착법, 생물학적 고정화, 막분리법, 심냉법, 산소연소법 등이 있다. 각 기술별로 장·단점이 있지만 배출되는 이산화탄소 중 보다 많은 양을 줄이기 위해서는 발전소, 철강업 그리고 시멘트업 등과 같은 대규모 발생원에서 발생하는 배기가스 중 함유된 이산화탄소를 저감하는 것이 효율적이다.

본 연구에서는 현재까지 기술진척도 기준으로 가장 앞서있고, 화력발전소와 같이 배기가스 중 함유된 이산화탄소의 농도가 비교적 낮은 (약 10 % 내외) 조건에 적합하다고 알려져 있는 화학흡수법을 이용하여 MEA를 이용하여 파일럿 플랜트에서의 흡수제 농도변화 및 탈거탑 압력에 따른 실연소 배기가스 중의 이산화탄소 제거 조건을 도출하는 것을 목표로 한다.

2. 연구 방법

그림 1에 서울화력발전처 5호기에 설치되어 있는 Pilot Plant를 나타내었다. 흡수탑은 높이 18.8 m, 직경 46 cm이고, 탈거탑은 높이 16.7 m, 직경 34 cm로 용량은 이산화탄소 기준으로 하루 2 ton을 처리할 수 있다.



Fig. 1. Pilot plant.

흡수탑에는 이산화탄소와 흡수제간의 접촉반응성과 체류시간을 높여 주기 위해 충전제가 채워져 있으며, 탈거탑에도 탈거의 용이함과 탈거되는 이산화탄소의 순도를 높이기 위한 washing zone 역할을 위한 충전제가 채워져 있다. 또한, 흡수제와 이산화탄소의 분리는 탈거탑 하단의 reboiler의 가열에 의해 이루어지며 실험 조건에 맞는 온도를 만들어 주기 위해 흡수탑과 탈거탑의 앞에 cooler 등이 설치되어있다.

실험을 위한 중요 부속설비의 위치 및 설비의 제어가 필요한 곳에는 원격 indicator가 설치되어 monitoring 및 제어가 컴퓨터에 의해 가능하게 되어 있다.

본 실험에서 흡수제는 상용화되어진 MEA를 사용하였으며 MEA용액의 농도는 순수와 혼합되어 실험 조건에 맞게 다양하게 조절하였다. 발전소로부터 본 plant에 실험용으로 유입된 배기가스 중 함유된 이산화탄소의 농도는 대략 8.3 mol% 이상으로 흡수탑으로 들어가기 전과 흡수탑에서 반응하고 나온 후에 ND-IR type의 analyzer에 의해 실시간으로 분석된 후 그에 따른 두 수치의 차에 의해 이산화탄소의 제거율을 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 MEA 용액을 사용하여 각각의 흡수제 순환유량에서 흡수제 농도에 따른 이산화탄소의 제거율을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 동일한 흡수제 유량에서는 순환되는 흡수제의 농도가 높을수록 이산화탄소의 제거율은 높아지며 MEA 용액 15 %와 25 %에서는 흡수제 유량 2.5 m³/hr 이상이면 90 %이상의 제거율을 보였고, MEA 용액 10 %에서는 3.0 m³/hr가 될 때 90 %이상의 제거율을 보였다. 그림 3은 15 %의 MEA 용액을 흡수제로 사용하여 동일직경의 배관에서 valve의 개폐를 통해 임의적으로 탈거탑 후단의 압력을 조정하여 얻은 data이다. 그림에서 보는 바와 같이 탈거탑 후단의 압력이 높아질수록 배기가스 중의 이산화탄소 제거율은 낮아진다. 그러나, 탈거탑 후단 압력을 설계치의 110 %까지 늘려도 90 % 정도의 높은 제거율을 보임으로써 배관직경을 좀더 작게 하더라도 효율에는 큰 영향이 없을 것으로 보인다.

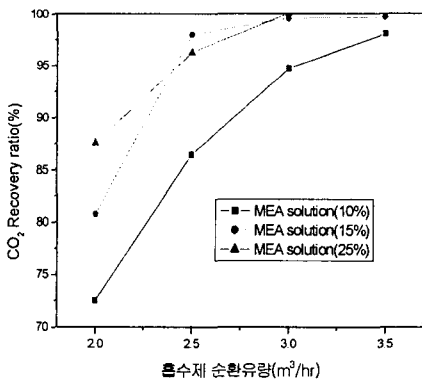


Fig. 2. CO₂ recovery ratios depending on MEA flow rate at various concentration.

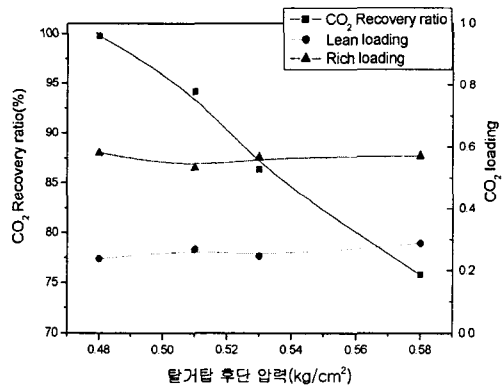


Fig. 3. CO₂ recovery ratios and loading values depending on stripper pressure.

참고 문헌

- 한정국 등 (2002) 기후변화협약 제8차 당사국총회 참석결과 보고서, 한국서부발전(주).
- 한전전력연구원 (2003) CO₂ 저감기술 개발 연구, 최종보고서.